

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUIN 1953.

PRÉSIDENTENCE DE M. AUGUSTE CHEVALIER.



MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **PRÉSIDENT** donne lecture de la Note, publiée au *Journal Officiel de la République française*, annonçant que, par décret du 9 juin 1953, est approuvée l'élection que l'Académie a faite de M. **PHILIBERT GUINIER** pour occuper, dans la Section d'Économie rurale, la place vacante par le décès de M. *Louis Lapique*.

Sur son invitation, M. **PHILIBERT GUINIER** prend place parmi ses Confrères.

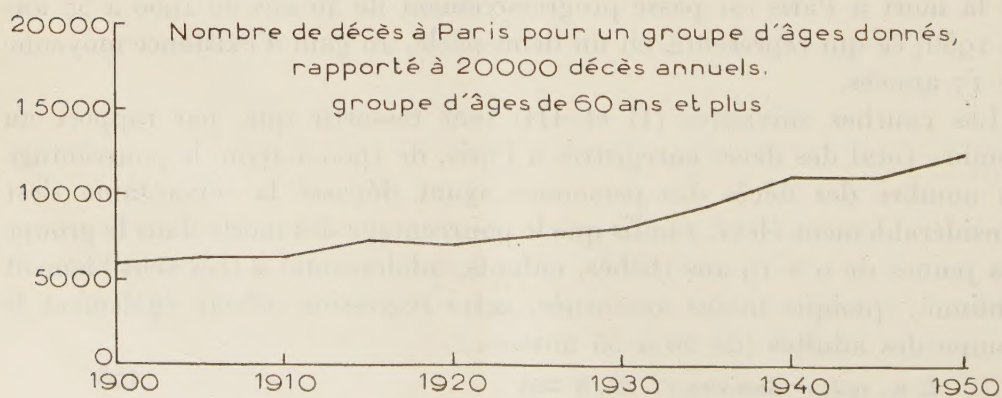
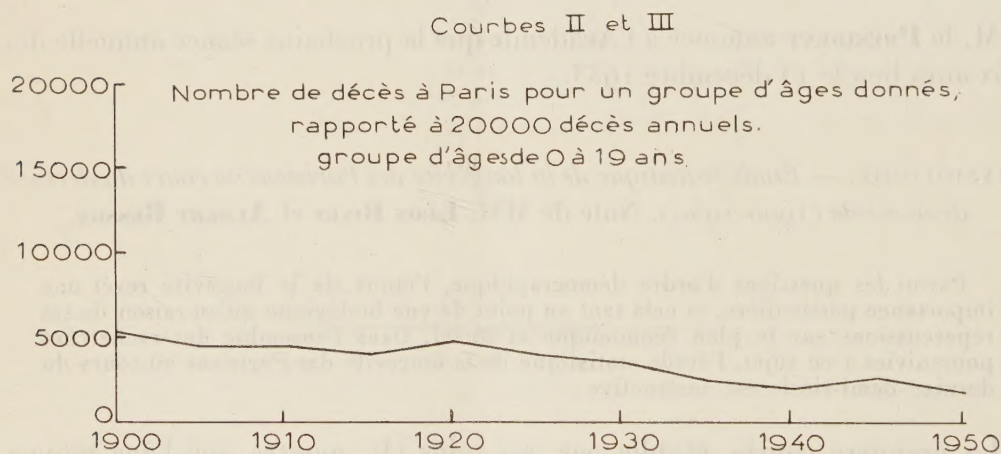
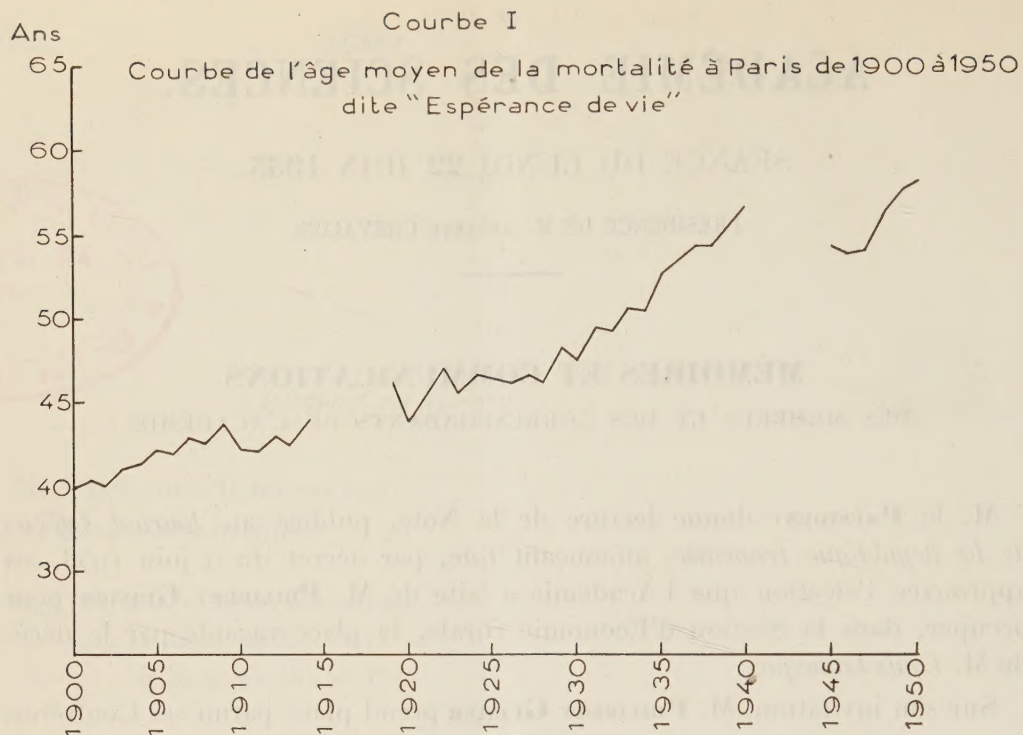
M. le **PRÉSIDENT** annonce à l'Académie que la prochaine séance annuelle des prix aura lieu le 14 décembre 1953.

PHYSIOLOGIE. — *Étude statistique de la longévité des Parisiens au cours du dernier demi-siècle (1900-1950)*. Note de MM. **LÉON BINET** et **ALBERT BESSON**.

Parmi les questions d'ordre démographique, l'étude de la longévité revêt une importance particulière, et cela tant au point de vue biologique qu'en raison de ses répercussions sur le plan économique et social. Dans l'ensemble des recherches poursuivies à ce sujet, l'étude statistique de la longévité des Parisiens au cours du dernier demi-siècle est instructive :

La première courbe établie par nos soins (I), montre que l'âge moyen de la mort à Paris est passé progressivement de 40 ans en 1900 à 57 ans en 1950; ce qui représente, en un demi-siècle, un gain d'existence moyenne de 17 années.

Les courbes suivantes (II et III) font ressortir que, par rapport au nombre total des décès enregistrés à Paris, de 1900 à 1950, le pourcentage du nombre des décès des personnes ayant dépassé la soixantaine s'est considérablement élevé, tandis que le pourcentage des morts dans le groupe des jeunes de 0 à 19 ans (bébés, enfants, adolescents) a très sensiblement diminué; quoique moins accentuée, cette régression affecte également le groupe des adultes (de 20 à 55 ans).



En 1900, le pourcentage des décès de 0 à 19 ans approchait de 26 % et celui des personnes de plus de 65 ans atteignait à peine 22,5 % du nombre total des décès.

En 1950, alors que 50 % des Parisiens décédés en 1950 ont dépassé l'âge de 65 ans (contre 22,5 en 1900), la proportion des décès qui frappent les jeunes (de 0 à 19 ans) tombe à 9 % (au lieu de 26 %).

Ce qui prouve que, même si la catégorie des « plus de 65 ans » a augmenté en nombre depuis 1900 par rapport à l'effectif des jeunes de moins de 20 ans, l'accroissement de la durée moyenne de vie s'est nettement affirmé; il s'est affirmé de façon continue et progressive et à une cadence plus rapide au cours des dernières années; cette évolution s'inscrit dans les faits et se traduit ostensiblement dans les statistiques; on doit naturellement en conclure qu'il existe des facteurs essentiellement favorables à cette prolongation de la vie humaine; il est intéressant de les évoquer et de mettre en lumière les principaux d'entre eux. Mais auparavant et pour préciser les données de base, il est bon de dresser un tableau récapitulatif des statistiques parisiennes :

Nombre de décès à Paris, pour un âge donné, rapporté à 20 000 décès annuels.

	1900.		1930.		1950.
0 à 1 an.....	2 565	} 5 176 soit 25,68 %	1 929	} 3 301 soit 16,5 %	1 317
1 4 ans.....	1 524		674		242
5 9 ».....	356		234		78
10 14 ».....	240		102		59
15 19 ».....	491	} 6 342 soit 32,21 %	362	} 5 664 soit 28,32 %	111
20 24 ».....	827		657		260
25 29 ».....	932		799		295
30 34 ».....	1 036		843		252
35 39 ».....	1 188	} 3 907 soit 19,53 %	893	} 4 807 soit 24 %	438
40 44 ».....	1 126		1 123		687
45 49 ».....	1 233		1 349		1 087
50 54 ».....	1 245		1 539	} 5 187 soit 26 %	1 480
55 59 ».....	1 327	} 4 442 soit 22,21 %	1 596		1 679
60 64 ».....	1 335		1 672		2 028
65 69 ».....	1 282		1 746		2 269
70 74 ».....	1 204	} 6 215 soit 31 %	1 634	} 9 990 soit 50 %	2 443
75 79 ».....	1 009		1 360		2 321
80 ans et plus...	947		1 475		2 957

En 1900, 58 % des Parisiens mouraient avant l'âge de 50 ans;

» 19,5 » » entre 50 et 65 ans;

» 22,5 » » après l'âge de 65 ans.

En 1950, 24 % des Parisiens sont morts avant l'âge de 50 ans;

» 26 » » entre 50 et 65 ans;

» 50 » » après l'âge de 65 ans.

Il est assez facile de dégager les facteurs essentiels de cet accroissement de la longévité qui entraînent également — il faut le souligner — une apparition nettement plus tardive des signes de sénescence : on vit plus longtemps et l'on « vieillit » plus tard qu'autrefois.

C'est un fait et les mêmes causes produisent les mêmes heureux effets.

Parmi ces causes, on peut mettre en évidence les bienfaits résultant du progrès des sciences, de la médecine, de la chirurgie et de leurs applications; on connaît mieux les processus biologiques, les règles de l'hygiène et les problèmes de la santé; on applique plus rationnellement ces connaissances en leur assurant une plus large diffusion et en mettant à la portée de toutes les classes sociales le bénéfice des plus récentes acquisitions et des nouvelles découvertes scientifiquement éprouvées et contrôlées. Il faut également signaler l'influence de l'élévation progressive du niveau de vie pour l'ensemble de la population la moins favorisée et toutes les mesures de protection sanitaire et sociale introduites dans notre législation et entrées dans nos mœurs.

L'exemple de Paris est significatif : la prolongation de la durée moyenne de la vie est manifeste; l'étude que nous en avons faite confirme, dans ses grandes lignes, ce qu'on peut observer sur le plan national et international; ces constatations sont rassurantes au point de vue strictement humain; elles sont le résultat de l'amélioration des conditions de vie et de la santé publique; elles posent toutefois, au point de vue économique et social, des problèmes importants qu'il convient de retenir, d'étudier avec soin et de ne pas sous-estimer.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Formes canoniques des fonctions paraanalytiques à deux et à trois dimensions.* Note de M. MAURICE FRÉCHET.

L'auteur donne dans les deux cas de deux et trois dimensions, pris comme exemples les plus simples, les *quatre* formes auxquelles on peut réduire par des opérations simples, *toutes* les fonctions paraanalytiques définies dans ses deux dernières Notes ⁽¹⁾.

Nous reprenons les définitions et notations de nos deux dernières Notes ⁽¹⁾.

THÉORÈME. — I. TOUTES les fonctions $F(v) = \sum_h F_h(x_1, x_2, \dots, x_n)e_h$ dérivables pour $v = v'$, (relativement à l'une ou l'autre des règles R_p de multiplication) peuvent pour $n = 2$ ou 3 , se déduire par des opérations simples ⁽²⁾ des deux formes canoniques précisées dans chacun des deux tableaux Φ ci-après.

Et réciproquement.

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 1832 et 2191.

⁽²⁾ Les définitions de ces opérations et la justification du théorème ci-dessus et des

II. Ce théorème s'applique aussi aux *fonctions paraanalytiques* pour $v = v'$, pourvu qu'on astreigne les fonctions $A(x)$, $B(x)$, $C(x)$ qui figurent éventuellement dans Φ , à être *indéfiniment* dérivables près de x_0 .

Les quatre fonctions canoniques des tableaux Φ possèdent naturellement les propriétés générales énoncées pour n quelconque dans notre dernière Note ⁽¹⁾. Il est donc inutile de les répéter ici. Mais le système S de $n(n-1)$ équations aux dérivées partielles du premier ordre et le système σ de $[n(n-1)]/2$ équations aux dérivées partielles du deuxième ordre vérifiées par les composantes F_h et figurant dans notre dernière Note, prennent pour $n=2$ ou 3 des formes simples qu'il nous a paru utile de joindre aux tableaux Φ . Il en est de même pour l'expression J , du jacobien des composantes F_h .

Dans toutes les formules qui suivent nous avons remplacé la notation avec indices (précieuse dans le cas de n quelconque), par la notation x, y, z, X, Y, Z plus familière pour $n=2$ ou 3 .

De plus, il faut noter que les opérations simples mentionnées dans le théorème pourront faire correspondre au point v' du théorème un point distinct dans les tableaux, où ce dernier aura pour abscisse x_0 .

$n=2$. — Le nombre des équations aux dérivées partielles, soit, pour S , $n(n-1)$, est ici égal à 2 ; soit pour σ , $[n(n-1)]/2$ est ici égal à 1 .

(Famille A)

$$\begin{array}{l} S \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial Y}{\partial y} = \frac{\partial X}{\partial x}, \quad \sigma \left\{ \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0; \right. \\ \frac{\partial X}{\partial y} = -\frac{\partial Y}{\partial x}; \end{array} \right. \\ \Phi \left\{ \begin{array}{l} X + iY \text{ est une fonction analytique} \\ f(z) \text{ de } z = x + iy \quad \text{pour } z = z_0 = x_0 + iy_0; \\ J = \left(\frac{\partial X}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial X}{\partial y} \right)^2 = |f'_z|^2 \geq 0. \end{array} \right. \end{array}$$

(Famille D)

$$\begin{array}{l} S \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial Y}{\partial y} = \frac{\partial X}{\partial x}, \quad \sigma \left\{ \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0; \right. \\ \frac{\partial X}{\partial y} = 0; \end{array} \right. \\ \Phi \left\{ \begin{array}{l} X = A(x), \quad Y = yA'(x) + B(x); \\ \text{où } A'(x) \text{ et } B(x) \text{ sont dérivables près de } x = x_0; \\ J = [A'(x)]^2 \geq 0. \end{array} \right. \end{array}$$

Remarque. — Les deux formes A et D ont été déjà indiquées dans notre Note

formules ci-après sont reportées, pour abréger, au Mémoire qui développera cette Note. Pour la même raison, sera reporté à ce Mémoire, le tableau des 130 formules relatives au cas où $n=4$.

du 22 décembre 1952 ⁽³⁾ comme constituant des fonctions paraanalytiques pour $x = x_0$, $y = y_0$ quand $A(x)$, $B(x)$ sont indéfiniment dérivables près de $x = x_0$. Mais notre théorème ci-dessus est beaucoup plus complet. Dans la même Note, nous avons aussi donné une autre famille, la famille P. Mais il n'est pas nécessaire de la faire figurer parmi les formes canoniques au sens du théorème de la présente Note.

$n = 3$. — Le nombre $n(n-1)$ des équations aux dérivées partielles de S est ici 6 et le nombre $n(n-1)/2$ des équations de σ est ici 3.

$$(I) \quad \begin{cases} S \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial X}{\partial y} = \frac{\partial X}{\partial z} = \frac{\partial Y}{\partial z} = \frac{\partial Z}{\partial y} = 0, \\ \frac{\partial Y}{\partial y} = \frac{\partial Z}{\partial z} = \frac{\partial X}{\partial x}; \quad \sigma \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} = \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0; \end{array} \right. \end{array} \right. \\ \Phi \left\{ \begin{array}{l} X = A(x), \quad Y = y A'(x) + B(x), \quad Z = z A'(x) + C(x); \\ \text{où } A'(x), B(x), C(x) \text{ sont dérivables près de } x = x_0. \end{array} \right. \end{cases}$$

$$(II) \quad \begin{cases} S \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial X}{\partial y} = \frac{\partial X}{\partial z} = \frac{\partial Y}{\partial z} = 0, \\ \frac{\partial Y}{\partial y} = \frac{\partial Z}{\partial z} = \frac{\partial X}{\partial x}, \\ \frac{\partial Z}{\partial y} = \frac{\partial Y}{\partial x}, \end{array} \right. \quad \sigma \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} = \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0, \\ \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}; \end{array} \right. \\ \Phi \left\{ \begin{array}{l} X = A(x), \quad Y = y A'(x) + B(x), \\ Z = \frac{y^2}{2} A''(x) + y B'(x) + z A'(x) + C(x), \\ \text{où } A''(x), B'(x), C(x) \text{ sont dérivables près de } x = x_0. \end{array} \right. \end{cases}$$

Remarque. — Nous avons déjà donné cette forme canonique (II), à titre d'exemple, dans notre Note du 26 janvier 1953 ⁽⁴⁾. Mais, même si l'on y ajoutait l'exemple (I), on n'aurait qu'un résultat partiel comparé à celui du théorème ci-dessus [En réalité, l'exemple de la Note citée différerait par deux coefficients de l'exemple (II), mais lui était équivalent au sens du théorème ci-dessus].

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *Pouvoirs rotatoires magnétiques du krypton et du xénon.*

Note de MM. **RENÉ DE MALLEMANN**, **FRANÇOIS SUHNER** et **JEAN GRANGE**.

Disposant d'une quantité suffisante des deux gaz rares, sous une pression voisine de 15 kg/cm², le tube polarimétrique a pu être rempli sans risque de rentrée d'air.

⁽³⁾ *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1585.

⁽⁴⁾ *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 348.

Les résultats des mesures sont rassemblés dans le tableau ci-dessous; ils se rapportent à la raie *jaune* $\lambda = 578 \text{ m}\mu$.

	p. mm.	t. °C	Hl 10^3 c. g. s.	2ρ . degrés.	Λ'_p . μ . min.	Λ^{760} . μ . min.	$[\Lambda]$. μ . rad.	$[\Lambda]_A$. μ . rad.
Krypton	1029,2	18	690	0,57	24,8	19,7	1,54	128
Xénon	888,7	18,8	690	1,12	48,7	44,5	2,23	293

$$\text{Dispersions : } \frac{546}{578} = 1,12^5, \quad \frac{436}{578} = 1,8(4).$$

Les rotations spécifiques $[\Lambda]$ et *atomiques* $[\Lambda]_A$ ont été calculées à partir des densités tabulaires normales, 0,00371 (krypton) et 0,00585 (xénon).

Les données magnéto-optiques relatives aux gaz rares se trouvant ainsi complètes, il est intéressant de comparer les rotations atomiques; nous incluons l'*hélium* dans la liste, en prenant pour ce gaz le nombre déduit des mesures récentes d'Ingersoll, faites sous une pression voisine de la normale (ce nombre est supérieur de 20 % environ à celui que l'on calculerait à partir des observations antérieures de Bizette et Tsai, effectuées sous une pression de 89 kg/cm^2).

	He.	Ne.	Ar.	Kr.	Xe.
$\Lambda_0^{760} (\mu \text{ min})$	0,505	1,0	9,3	19,7	44,5
$[\Lambda]_A (\mu \text{ rad})$	3,3	6,5	61	128	293

On remarquera que le néon a un pouvoir rotatoire sensiblement *double* de celui de l'hélium; le rapport vaut 2,1 quand on passe de l'argon au krypton et 2,26 du krypton au xénon; mais il dépasse 9 du néon à l'argon.

Les *réfractivités* atomiques ont respectivement les valeurs 0,524, 1,00, 4,23, 6,37, 10,48, et leurs *carrés* sont 0,27, 1,00, 17,9, 40,5, 109,8.

Pour la série Ne, Ar, Kr, Xe, (où les atomes ont des constitutions électroniques semblables), les rapports de ces carrés sont systématiquement plus grands que les rapports correspondants des pouvoirs rotatoires (surtout pour Ar/Ne), comme devait le laisser prévoir l'existence d'au moins deux espèces d'électrons optiquement efficaces. L'effet de la structure plus simple, donc particulière, du *néon* apparaît nettement dans sa très faible réfractivité et un pouvoir rotatoire relativement trop grand.

Pour l'hélium, dont les deux électrons K doivent se comporter en moyenne comme équivalents, le coefficient de la formule classique conduirait à un pouvoir rotatoire trop faible (2,0 au lieu de 3,3), comme dans le cas bien connu de la *molécule* H^2 ; les écarts sont du même ordre.

Au nom du Comité d'organisation du **CENTENAIRE DE HENRI MOISSAN** dont il est le Président, M. **ALBERT PORTEVIN** remet à l'Académie une médaille à l'effigie de **HENRI MOISSAN**, éditée par le CONGRÈS D'ÉLECTROTHERMIE.

M. **GASTON JULIA** fait hommage à l'Académie du premier fascicule : *Vecteurs et tenseurs. Théorie élémentaire*, de son *Cours de Géométrie infinitésimale*, deuxième édition.

M. **DIMITRI RIABOUCHINSKI** adresse en hommage à l'Académie son Mémoire intitulé : *La définition des nombres par leur valeur numérique et par leur origine ; rôle de ce concept en philosophie mathématique*.

L'Ouvrage suivant est présenté par M. **LOUIS FAGE** : *Faune de l'Union française. XV. Mollusques nudibranches de la Nouvelle-Calédonie*, par **JEAN RISBEC**.

COMMISSIONS.

MM. **JACQUES HADAMARD**, **EMMANUEL LECLAINCHE**, **GABRIEL BERTRAND**, **MAURICE CAULLERY**, **CHARLES JACOB**, **JEAN CABANNES**, **ANTOINE LACASSAGNE** sont désignés pour former, avec le Bureau, la Commission du prix Albert I^{er} de Monaco.

Le prix Henri Labbé de Chimie biologique, dont l'attribution en 1953 n'était pas prévue lors de l'élection des Commissions de prix, est renvoyé à une Commission formée de celle du prix Lonchampt de 1952 et de M. **ANDRÉ MAYER** ⁽¹⁾.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **LÉOPOLD ESCANDE** est élu Correspondant pour la Section de Mécanique en remplacement de M. *Jean Leray*, élu Membre de la Section, et M. **AIMÉ COUTAGNE**, Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *Sven Hedin*, décédé.

DÉSIGNATIONS.

M. **LOUIS EMBERGER** est désigné pour représenter l'Académie au **LXXII^e CONGRÈS DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES**, qui se tiendra à Luxembourg, du 23 au 28 juillet 1953.

(1) Comité secret du 18 mai 1953.

CORRESPONDANCE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Catalogue des Cartes en service publiées par l'Institut géographique national.
Fasc. 1. *Cartes de France et Publications diverses.*

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Systèmes de coordonnées relationnels.*

Note (*) de M. **JACQUES RIGUET**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

On donne ici quatre définitions différentes d'un système relationnel de coordonnées qui s'appliquent aussi bien à un ensemble quelconque sur lequel n'est défini aucune structure qu'à un ensemble muni d'une structure donnée. L'équivalence entre ces quatre définitions conduit à un diagramme. On signale des applications à la théorie des groupes et des algèbres et à une « mécanique relationnelle ».

Soit \mathcal{R} un ensemble fini de relations d'équivalence deux à deux permutable sur un ensemble E . On posera pour $R \in \mathcal{R}$:

$$\hat{R} = \bigcap_{\substack{S \in \mathcal{R} \\ S \neq R}} S, \quad \check{R} = \overline{\bigcup_{\substack{S \in \mathcal{R} \\ S \neq R}} S} \quad (1).$$

On notera $\hat{\mathcal{R}}$ (respectivement $\check{\mathcal{R}}$) l'ensemble des \hat{R} (respectivement des \check{R}) lorsque R parcourt \mathcal{R} .

Définitions. — On dira que \mathcal{R} est un système de directions de plans si quel que soit $R \in \mathcal{R}$, R et \hat{R} sont deux équivalences surconjuguées (2).

On dira que \mathcal{R} est un système de directions d'axes sur E si, quel que soit $R \in \mathcal{R}$, R et \check{R} sont deux équivalences surconjuguées (3).

THÉORÈME (4). — Si \mathcal{R} est un système de directions de plans, $\hat{\mathcal{R}}$ est un système de directions d'axes (qu'on dit associé à \mathcal{R}) :

(*) Séance du 8 juin 1953.

(1) — est la fermeture transitive. Autrement dit \check{R} est l'équivalence engendrée par toutes les équivalences de \mathcal{R} différentes de R .

(2) Autrement dit si $R \cap \hat{R} = \Delta$ et $R\hat{R} = E \times E$. Voir J. RIGUET, *Fondements de la théorie des relations binaires*. Thèse, Paris, 1951. chap. I, § 13.

(3) Autrement dit $R \cap \check{R} = \Delta$, $R\check{R} = E \times E$.

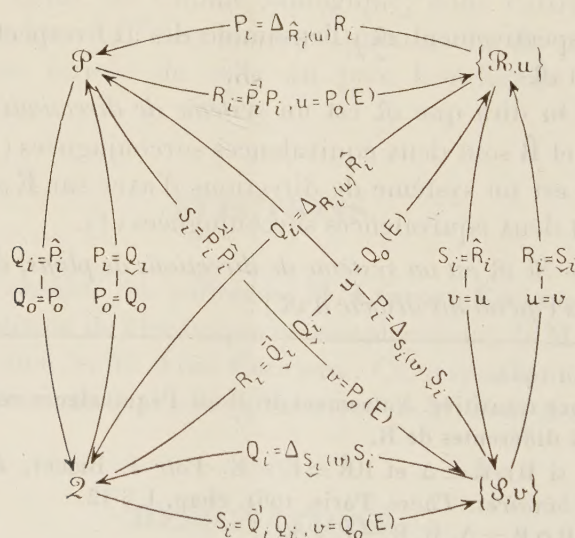
(4) Pour la démonstration on peut utiliser la théorie des relations ou bien s'appuyer sur le lemme suivant : Soit L un treillis modulaire $(a_i)_{i \in I}$ une famille finie de ses éléments. On pose $\hat{a}_i = \bigwedge_{j \neq i} a_j$, $\check{a}_i = \bigvee_{j \neq i} a_j$. Soient $u, v \in L$. On dira que $(a_i)_{i \in I}$ satisfait : à la propriété (A) lorsque quel que soit $i \in I$: $a_i \wedge \hat{a}_i = u$, $a_i \vee \check{a}_i = v$; à la propriété (B) lorsque quel que soit $i \in I$: $a_i \vee \check{a}_i = u$, $a_i \wedge \hat{a}_i = v$. Alors pour que $(a_i)_{i \in I}$ satisfasse à (A) (resp. B) il faut et il suffit que $(\hat{a}_i)_{i \in I}$ (resp. $(\check{a}_i)_{i \in I}$) satisfasse à (B).

— si \mathcal{S} est un système de directions d'axes, \mathcal{S} est un système de directions de plans (qu'on dit associé à \mathcal{S});

— pour que \mathcal{S} soit le système de directions d'axes associé à \mathcal{R} il faut et il suffit que \mathcal{R} soit le système de directions de plans associé à \mathcal{S} (on dira alors que \mathcal{R} et \mathcal{S} sont associés).

Remarque. — Si $\mathcal{R} = \{R_1, R_2\}$ où R_1 et R_2 sont deux équivalences surconjuguées \mathcal{R} est à la fois un système de directions d'axes et un système de directions de plans.

Définition et proposition. — \mathcal{R} étant un système de directions de plans de E , on dira que l'ensemble $\{\mathcal{R}, u\}$ où $u \in E$ est un *système planaire de coordonnées d'origine u* , que l'ensemble des $R(u)$, quand R parcourt \mathcal{R} , est le système des plans de coordonnées, que l'ensemble des $\hat{R}(u)$ quand R parcourt \mathcal{R} est le système des axes de coordonnées de ce système et que le sous-ensemble réduit à un élément $\hat{R}(x) \cap R(u)$ est la R -coordonnée de $x \in E$. \mathcal{S} étant un système de directions d'axes de E , on dira que l'ensemble $\{\mathcal{S}, v\}$ où $v \in E$ est un *système axial de coordonnées d'origine v* , que l'ensemble des $S(v)$, quand S parcourt \mathcal{S} , est le système des axes de coordonnées, que l'ensemble des $\hat{S}(v)$ quand S parcourt \mathcal{S} est le système des plans de coordonnées de ce système et que le sous-ensemble réduit à un élément $\hat{S}(x) \cap S(v)$ est la S -coordonnée de $x \in E$.



La place nous fait défaut pour définir d'une manière analogue les systèmes planaires de projecteurs et les systèmes axiaux de projecteurs. Si $\{\mathcal{R}, x\}$ est un système planaire de coordonnées, $\{\mathcal{S}, y\}$ un système axial de coordonnées, \mathcal{R} un système axial de projecteurs, \mathcal{S} un système planaire de projecteurs sur un même ensemble E , on peut montrer que les correspondances canoniques entre

ces quatre systèmes portées sur les flèches du diagramme ci dessous satisfont au diagramme ⁽⁵⁾.

Dans une Note ultérieure nous y reviendrons de manière plus précise et nous donnerons des applications à la théorie des groupes (produits complets de Kaloujnine) et à la construction d'une « mécanique relationnelle ». On montrera aussi que tout ce qui précède est encore vrai grâce à de très légères modifications quand on considère un ensemble muni d'une certaine structure et qu'on se borne à considérer les relations d'équivalence compatibles avec cette structure. On retrouve en particulier la théorie de la décomposition dans les algèbres ⁽⁶⁾.

ALGÈBRE. — *Sur les représentations linéaires des algèbres de Lie résolubles.*

Note (*) de M. JEAN-LOUIS KOSZUL, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Cette Note donne une propriété cohomologique des modules de représentation des algèbres de Lie résolubles qui caractérise ces algèbres. Cette propriété est liée à l'étude des formes différentielles d'un groupe de Lie dont les translatées engendrent un espace vectoriel de dimension finie.

1. Soient g une algèbre de Lie sur un corps k et M un module de représentation de g de dimension finie sur k . Nous dirons qu'une classe de cohomologie $c \in H^*(g, M)$ de g à valeurs dans M est *effaçable* s'il existe un isomorphisme φ de M dans un module de représentation de g N de dimension finie sur k qui annule c , c'est-à-dire tel que c soit un zéro de l'homomorphisme $\tilde{\varphi} : H^*(g, M) \rightarrow H^*(g, N)$ défini par φ .

Il est connu que toute classe de cohomologie de degré 1 ou 2 est effaçable ⁽¹⁾. Il peut par contre exister des classes de degré 3 non effaçables. Si g est semi-simple et si k est de caractéristique 0, quel que soit le module M , $H^*(g, M)$ ne contient pas de classe effaçable $\neq 0$, par suite de la complète réductibilité des représentations de g .

2. Soit $E(g)$ l'algèbre enveloppante de g . On définit une représentation de g

⁽⁵⁾ Au sens des diagrammes de la topologie combinatoire. Cf. par exemple EILENBERG STEENROD, *Foundations of algebraic topology*, Princeton, 1952, Nous avons supposé les éléments de \mathcal{X} , \mathcal{Z} , \mathcal{R} , \mathcal{S} indexés par les éléments d'un ensemble d'indice I qui les définit biunivoquement.

⁽⁶⁾ Cf. A. W. GOLDIE, *On direct decompositions. Proceedings Cambridge Phil. Soc.*, 48, 1951.

(*) Séance du 8 juin 1953.

⁽¹⁾ Le résultat est trivial pour le degré 1. Pour le degré 2 au contraire, c'est un résultat profond, dû à Iwasawa [*On the representation of Lie algebras*, (*Japanese Journal of Mathematics* 1948, p. 405-426)], qui équivaut à l'existence d'une « splitting algebra » pour toute extension abélienne.

dans l'espace $L(E(g), M)$ des applications linéaires de $E(g)$ dans M en posant $(xf)(e) = f(ex)$ quels que soient $e \in E(g)$, $x \in g$ et $f \in L(E(g), M)$. On démontre que $H^p(g, L(E(g), M)) = (0)$ pour $p > 0$. L'isomorphisme canonique $h : M \rightarrow L(E(g), M)$ qui associe à tout élément $a \in M$ l'application linéaire $e \rightarrow ea$ de $E(g)$ dans M , a une image contenue dans le sous-module $L_f(E(g), M)$ des applications linéaires de $E(g)$ dans M qui sont nulles sur un idéal de codimension finie dans $E(g)$. On démontre le

THÉORÈME 1. — *Les classes effaçables de $H^*(g, M)$ sont les zéros de l'application $\tilde{h} : H^*(g, M) \rightarrow H^*(g, L_f(E(g), M))$.*

Désignons par $V(g)$ l'espace des fonctions linéaires sur $E(g)$ qui sont nulles sur un idéal de codimension finie. On y définit comme plus haut une représentation de g . Le module $L_f(E(g), M)$ est alors canoniquement isomorphe à $V(g) \otimes M$, la représentation de g dans ce produit tensoriel étant définie par $x(v \otimes a) = (xv) \otimes a$ quels que soient $x \in g$, $v \in V(g)$ et $a \in M$. On en déduit que $H^*(g, L_f(E(g), M))$ est isomorphe à $H^*(g, V(g)) \otimes M$, si bien que l'étude des classes effaçables est essentiellement celle de la cohomologie de g à valeurs dans le module $V(g)$. On est conduit à utiliser accessoirement le sous-module $W(g) \subset V(g)$ des fonctions linéaires sur $E(g)$ qui sont nulles sur un idéal de la forme $E(g)g^p$ (p entier arbitraire).

Lorsque g est l'algèbre de Lie d'un groupe réel simplement connexe G , il existe un isomorphisme canonique entre les cochaînes de g à valeurs dans $V(g)$ et les formes différentielles de G dont toutes les translatées à gauche par G sont contenues dans un sous-espace vectoriel de dimension finie de l'espace des formes différentielles de G . Les cochaînes de g à valeurs dans $W(g)$ correspondent alors aux formes différentielles de G dont les translatées sont dans un sous-espace de dimension finie où les transformations infinitésimales du groupe des translations à gauche induisent des endomorphismes nilpotents.

3. Résultats relatifs aux algèbres de Lie résolubles. — Par induction sur la dimension de g on démontre le

THÉORÈME 2. — *Si g est une algèbre de Lie nilpotente, alors $H^p(g, W(g)) = 0$ pour tout $p > 0$.*

Ce théorème permet de ramener l'étude de $H^*(g, V(g))$ pour une algèbre g résoluble, au cas où g est abélienne. On obtient ainsi le

THÉORÈME 3. — *Si g est une algèbre de Lie résoluble sur un corps de caractéristique 0, alors $H^p(g, V(g)) = (0)$ pour tout $p > 0$.*

COROLLAIRE. — *Soit g une algèbre de Lie sur un corps de caractéristique 0. Les deux conditions suivantes sont équivalentes :*

1° g est résoluble ;

2° toute classe de cohomologie de degré > 0 de g à valeurs dans un module de représentation de g , est une classe effaçable.

Les théorèmes 1 et 3 montrent en effet que 1° entraîne 2°. Quant à la réciproque, c'est une conséquence facile du théorème 1.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Problèmes aux limites (I).*

Note de M. JACQUES-LOUIS LIONS, présentée par M. Jacques Hadamard.

Par utilisation d'une variante d'un procédé de Gårding ⁽¹⁾ et des distributions de Schwartz ⁽²⁾, la présente Note annonce des résultats relatifs à de nombreux problèmes aux limites pour des équations linéaires elliptiques à coefficients variables.

1. *Problèmes aux limites du type de Neumann.* — On désigne par Ω un ouvert quelconque de \mathbb{R}^n , et par $\mathcal{E}_{L^2}^1$ l'espace de Hilbert des fonctions u de carré sommable sur Ω ainsi que toutes leurs dérivées d'ordre 1 ⁽³⁾, avec la norme

$$\|u\|_1 = \left(\|u\|_{L^2}^2 + \sum_{i=1}^n \left\| \frac{\partial}{\partial x_i} u \right\|_{L^2}^2 \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Soit $\mathcal{O}_{L^2}^1$ l'adhérence de \mathcal{O}_Ω dans $\mathcal{E}_{L^2}^1$ et V un sous espace vectoriel fermé de $\mathcal{E}_{L^2}^1$, contenant, strictement ou non, $\mathcal{O}_{L^2}^1$. Si $\varphi \in \mathcal{O}_\Omega$ on pose

$$D.\varphi = - \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(g_{ij} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} \right),$$

où $g_{ij} = g_{ji}$, $\in L^\infty(\Omega)$, à valeurs réelles, $\partial/\partial x_i(g_{ij})$ localement de carré sommable, et

$$\sum_{i,j=1}^n g_{ij}(x) \cdot \xi_i \xi_j \geq a \cdot |\xi|^2, \quad \xi \in \mathbb{R}^n, \quad a > 0, \quad \text{presque partout dans } \Omega.$$

On introduit également une fonction $M \in L^\infty$, avec $M(x) \geq \mu > 0$ presque partout dans Ω . Soit \mathcal{H} l'espace de Hilbert des fonctions $u \in \mathcal{E}_{L^2}^1$, telles que $D.u \in L^2$, avec la norme

$$\|u\|_{\mathcal{H}} = (\|u\|_1^2 + \|D.u\|_{L^2}^2)^{\frac{1}{2}}.$$

On désigne par $N(V, D)$ le sous-espace fermé de \mathcal{H} des fonctions $u \in V$, telles que $D.u \in L^2$ et telles que

$$(D.u, v)_{L^2} = \sum_{i,j=1}^n \int_{\Omega} g_{ij} \cdot \frac{\partial}{\partial x_j} u \cdot \frac{\partial}{\partial x_i} \bar{v} \cdot dx \quad \text{pour tout } v \in V.$$

PROBLÈME 1. — *Trouver $u \in \mathcal{H}$ solution de*

$$(E) \quad D.u + M.u = f,$$

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1554.

⁽²⁾ *Théorie des distributions*, 1 et 2, 1950 et 1951, Paris, Hermann.

⁽³⁾ On dérive toujours au sens des distributions sur Ω .

où f est donné dans L^2 , avec la condition aux limites : $h \cdot u \in N(V, D)$, où h est donné dans \mathcal{H} .

THÉORÈME 1. — *Le problème 1 admet une solution unique dépendant continuellement des données. Cette solution est stable* ⁽⁴⁾.

Exemples. — 1° $V = \mathcal{D}_{L^2}^1$: c'est le problème de Dirichlet ⁽⁴⁾.

2° $V = \mathcal{E}_{L^2}^1$: c'est le problème de Neumann.

3° $V =$ adhérence dans $\mathcal{E}_{L^2}^1$ de l'espace des fonctions continues et nulles dans un voisinage (variable) de E , ensemble quelconque contenu dans la frontière Γ de Ω .

2. *Généralisations et variantes.* — 1° La même théorie s'applique à un opérateur D défini par

$$D \cdot \varphi = - \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(a_{ij} \cdot g_{ij} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} \right),$$

mêmes hypothèses qu'au n° 1 sur les g_{ij} , les fonctions a_{ij} étant continuellement différentiables dans Ω à valeurs réelles, et pouvant être non bornées ou d'inverses non bornées. On remplace l'espace $\mathcal{E}_{L^2}^1$ par l'espace des fonctions $u \in L^2$, avec $a_{ij} \cdot (\partial/\partial x_i)u \in L^2$.

2° Considérons l'opérateur D défini par

$$D \cdot \varphi = (-1)^m \sum_{|p|, |q|=m} D^p (g_{p,q} \cdot D^q \varphi),$$

où $g_{p,q} = g_{q,p}$ pour tous les indices de dérivation, ces fonctions étant m fois continuellement différentiables et bornées dans Ω , à valeurs réelles; on a alors une théorie analogue à la précédente, si pour toute fonction $u \in L^2$ avec $D^p \cdot u \in L^2$ pour tout $|p| = m$ ⁽⁵⁾, on a ⁽⁶⁾ :

$$\sum_{|p|, |q|=m} \int_{\Omega} g_{p,q}(x) \cdot D^q u \cdot \overline{D^p u} \cdot dx \geq a \cdot \sum_{|p|=m} \|D^p u\|_{L^2}^2 \quad (a > 0).$$

3° Au lieu de chercher u dans \mathcal{H} , on peut chercher u qui soit dans \mathcal{H} après multiplication par $\exp -\alpha|x|$, α réel fixé assez petit ⁽⁷⁾.

4° Tout ceci se généralise facilement à des systèmes de N équations et à certains opérateurs non auto-adjoints.

3. *Problèmes aux limites du type de Neumann-Visik.* — Nous prenons D

⁽⁴⁾ Pour de « petites variations » des coefficients, du deuxième membre et des valeurs frontières, dans un sens à préciser.

⁽⁵⁾ Ceci entraîne *en général* (mais pas toujours) que toutes les dérivées intermédiaires sont dans $L^2(\Omega)$.

⁽⁶⁾ Pour Dirichlet, on peut faire des hypothèses moins fortes. Cf. GÄRDING, note ⁽¹⁾.

⁽⁷⁾ On obtient ainsi dans le cas particulier du problème de Dirichlet, des résultats analogues à ceux de Amerio (*Consiglio Nazionale delle ricerche*, n° 151, Roma, 1943).

comme au n° 1. Si F désigne un espace de Hilbert quelconque, une application linéaire γ continue de \mathcal{E}_{L^1} dans F est dite *application frontière* si γ est nulle sur \mathcal{O}_Ω (donc sur \mathcal{O}_{L^1} et éventuellement sur d'autres éléments de \mathcal{E}_{L^1}). Si A est un opérateur linéaire continu de F dans F , on pose le ⁽⁹⁾ :

PROBLÈME 2. — Trouver $u \in \mathcal{H}$ solution de (E) avec la condition aux limites

$$(D(h-u), v)_{L^1} = \sum_{i,j=1}^n \int_{\Omega} g_{ij} \cdot \frac{\partial}{\partial x_j} (h-u) \cdot \frac{\partial}{\partial x_i} \bar{v} \cdot dx + (A\gamma(h-u), \gamma v)_F$$

pour tout $v \in V$ ⁽⁹⁾, h donné dans \mathcal{H} .

THÉORÈME 2. — Si A est un hermitien positif (resp. s'il est de norme assez petite), le problème 2 admet une solution unique, dépendant continuellement des données. Cette solution est stable.

Exemple. — Ceci permet d'étudier des problèmes de transmission.

CALCUL NUMÉRIQUE. — Sur les solutions numériques du problème de la chaleur.

Note (*) de M. NOËL MIGNOT, présentée par M. Gaston Julia.

On donne les conséquences au point de vue de la stabilité faible des résultats donnés dans une Note précédente sur les représentations par des différences du problème de la chaleur.

Soit le problème constitué par

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[K(x) \frac{\partial u}{\partial x} \right] - B(x) u(x, t) = C(x) \frac{\partial u}{\partial t} \quad (K > 0, B \geq 0, C > 0)$$

avec des conditions aux limites séparées ou de périodicité. On a vu dans une Note précédente ⁽¹⁾ que le problème aux différences partielles destiné à la résolution numérique peut, sous certaines conditions, être considéré comme auto-adjoint et défini. Sous une certaine condition P on pouvait écrire pour les valeurs propres de ce problème

$$0 < \lambda \Delta x^2 < 4 \frac{K}{C} \text{ maximum} = M.$$

L'inégalité de gauche est une conséquence du fait que le problème est défini et auto-adjoint. Celle de droite dépend de la condition P. Ces deux bornes peuvent être approchées autant qu'on le veut en diminuant Δx .

En cherchant pour le problème homogène des solutions de la forme $\psi(k)f(j)$

⁽⁸⁾ Voir aussi VISIK, *Doklady*, 81, p. 727.

⁽⁹⁾ La dernière parenthèse désigne le produit scalaire dans F .

(*) Séance du 27 mai 1953.

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 1735.

on a vu que $\psi(k)$ est déterminé par

$$(S) \quad D[\psi(k)] = -\lambda \Delta t M_\alpha(k).$$

Pour que le schéma soit stable au sens faible⁽²⁾, il faut et il suffit que l'équation aux différences S qui est à coefficients constants n'ait pas de racine caractéristique de module supérieur à 1. On va écrire cette condition pour différentes représentations de $\partial u / \partial t$. Les schémas seront représentés par leur sigle : X signifie que le point est utilisé dans la représentation, O indique le point où l'équation est représentée.

$$1^\circ \quad \begin{array}{c} X \\ X \quad (\bar{X}) \quad X, \quad \psi(k+1) - \psi(k) = -\lambda \Delta t \psi(k), \end{array}$$

$|r| < 1$ exige que $\lambda \Delta t < 2$ soit $\Delta t / \Delta x^2 \leq 2/M$ qui généralise la condition bien connue $\Delta t / \Delta x^2 \leq 1/2$ pour l'équation $\partial^2 u / \partial x^2 = \partial u / \partial t$.

$$2^\circ \quad \begin{array}{c} X \quad (\bar{X}) \quad X. \\ X \end{array}$$

Ce schéma est stable dès que le problème est défini, λ étant alors positif

$$3^\circ \quad \begin{array}{ccc} X & X & X \\ & \bigcirc & \\ X & X & X \end{array}$$

$$\text{Ici } M_\alpha = \frac{\psi(k+1) + \psi(k)}{2}, \quad r = \frac{1 - \lambda \frac{\Delta t}{2}}{1 + \lambda \frac{\Delta t}{2}}.$$

Le schéma est stable dès que le problème est défini.

$$4^\circ \quad \begin{array}{c} X \quad (\bar{X}) \quad X \\ X \\ X \end{array}$$

Ce schéma nécessite le calcul d'une base de départ. Il utilise la formule

$$y_2' \approx \frac{1}{2 \Delta t} [y_0 - 4y_1 + 3y_2].$$

Il conduit à $3r^2 - 4r + 1 = -2\lambda \Delta t r^2$. Il est donc stable dès que le problème est défini.

$$5^\circ \quad \begin{array}{ccc} X & & X \\ X \quad (\bar{X}) \quad X & & X \\ X & & X \quad (\bar{X}) \quad X \end{array}$$

⁽²⁾ O'BRIEN, MORTON, A. HYMAN and SIDNEY KAPLAN, *J. Math. Phys.*, 1950, p. 223 et suiv.

sont instables dans tous les cas.

$$6^{\circ} \quad \begin{array}{c} X \quad \textcircled{X} \quad X \\ X \\ X \\ X \end{array}$$

utilise la formule $y'_3 \neq (1/6 \Delta t)[-2y_0 + 9y_1 - 18y_2 + 11y_3]$ et est stable dès que le problème est défini.

$$7^{\circ} \quad \begin{array}{ccc} X & X & X \\ X \quad \textcircled{X} \quad X & X & X \\ X & X \quad \textcircled{X} \quad X & X \\ X & X & X \quad \textcircled{X} \quad X \end{array}$$

sont toujours instables.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la forme des courbes de remous en galerie couverte.*

Note (*) de M. **ROBERT SILBER**, présentée par M. Joseph Pérès.

On sait que dans une galerie couverte le rayon hydraulique R , rapport de la section mouillée S au périmètre mouillé, a un maximum (en galerie circulaire pour $\theta = 40^{\circ}/s$ environ *fig. a*) la débitance K et le débit Q en régime uniforme pour une pente donnée passant aussi par un maximum (pour $60^{\circ}/s$ environ). Il en résulte, pour certains débits, deux profondeurs normales, soit deux régimes uniformes.

L'équation de la profondeur normale d'une galerie couverte de pente i , pour un débit Q , s'obtient en égalant la perte de charge à la pente :

$$-\frac{dH}{dx} = \frac{Q^2}{C^2 S^2 R} = \frac{Q^2}{K^2} = i, \quad \text{soit } Q^2 = K^2 i,$$

C étant le coefficient de Chézy, fonction de R par une des formules classiques. Elle donne deux solutions y'_0 et y''_0 qui seront définies par l'intersection (*fig. a*) de l'axe des y avec la courbe du gradient de charge spécifique :

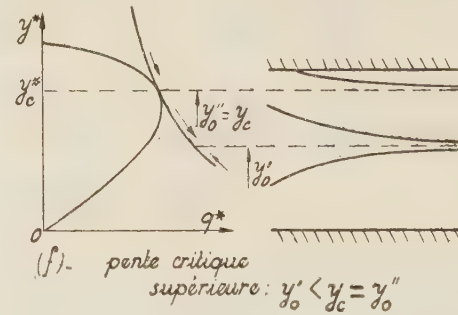
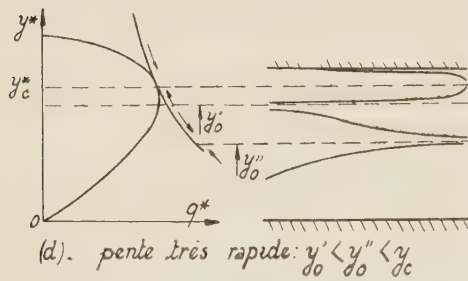
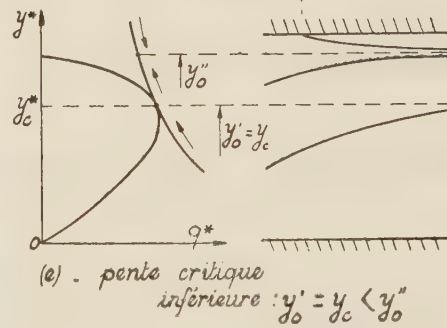
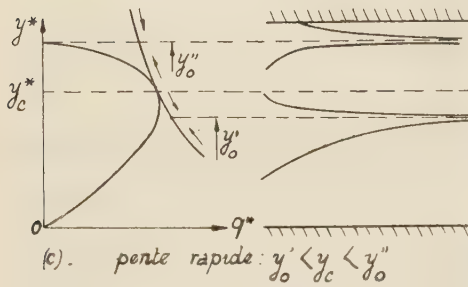
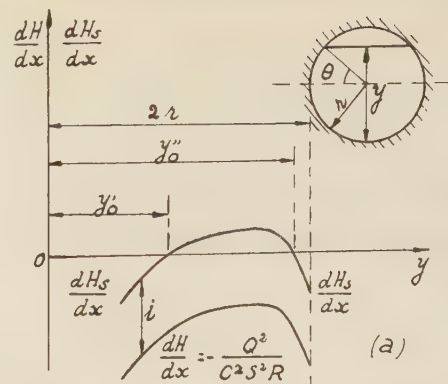
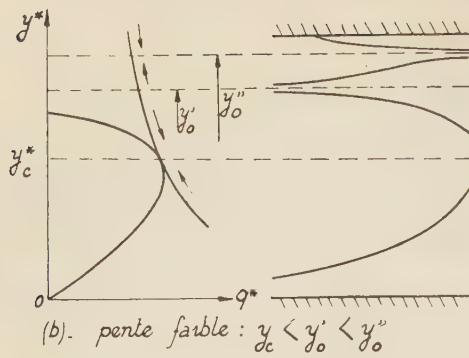
$$\frac{dH}{dx} = \frac{dH}{dx} + i = -\frac{Q^2}{C^2 S^2 R} + i;$$

ceci pour une gamme de valeurs de Q s'étendant du débit maximum assurant un régime uniforme (*fig. g*) à un débit minimum donnant en galerie circulaire une valeur de y'_0 correspondant à $\theta = 40^{\circ}/s$ environ (et une valeur de y''_0 égale évidemment au diamètre).

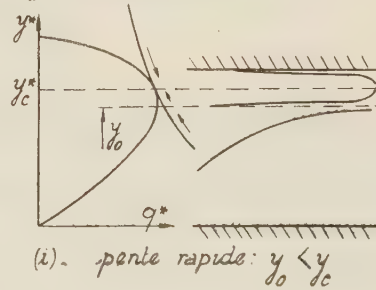
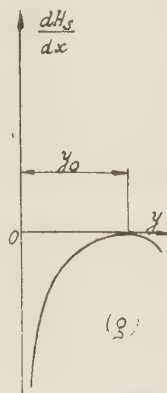
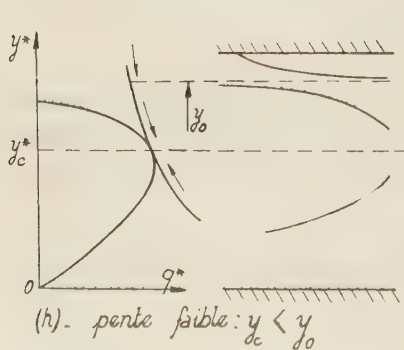
La forme de la surface libre sera obtenue par la méthode générale fondée sur notre diagramme universel ⁽¹⁾. La courbe d'utilisation de la galerie pour

(*) Séance du 8 juin 1953.

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 1124.



Q tel que $y_o' = y_o''$, débit max. en régime uniforme



le débit Q , d'équations :

$$y^* = \frac{y}{H_{s_1}}, \quad q^* = \frac{\frac{Q}{lm}}{\Pi_{s_1} \sqrt{2g} \Pi_{s_1}}, \quad \text{avec } lm = \frac{S}{y},$$

est définie une fois choisie la charge spécifique de référence H_{s_1} et sera graduée en valeurs de la charge spécifique par ses intersections avec le réseau des caractéristiques du diagramme. Le sens de son parcours, indiqué par les flèches (*fig. 1*), est imposé par le signe du gradient dH_s/dx , négatif pour les profondeurs inférieures à y'_0 ou supérieures à y''_0 et positif pour les valeurs intermédiaires. Les cas à envisager au nombre de 5, et non de 3 comme dans un canal découvert, se distinguent par la position de la profondeur critique y_c , définie par le point de tangence de la courbe d'utilisation avec une des caractéristiques, par rapport à y'_0 et y''_0 ; il y a dans chaque cas 4 ou 3 courbes de remous et non plus 3 ou 2.

La courbe la plus élevée représente la forme de la surface libre d'une galerie complètement remplie à l'amont et dans laquelle le niveau à la sortie est en-dessous du plafond.

Contrairement au cas classique l'écoulement tend vers le régime uniforme de profondeur y''_0 vers l'aval pour une galerie de pente faible, vers l'amont pour une galerie de pente très rapide. Ce régime est instable pour la pente faible; dès que le niveau à la sortie s'écarte de y''_0 , la profondeur s'accroît vers l'amont et la galerie se trouve rapidement remplie, ou bien la courbe de remous tend vers l'amont vers le régime uniforme de profondeur y'_0 , stable quel que soit le niveau de sortie.

Enfin, lorsque le débit est le débit maximum assurant le régime uniforme, les courbes de remous diffèrent sensiblement des courbes classiques, le gradient de charge spécifique étant toujours négatif ou nul.

ASTROPHYSIQUE. — *Essai de détermination en valeur absolue du coefficient d'absorption continue de la matière interstellaire.* Note (*) de M. JACQUES BERGER, M^{lles} LUCIENNE DIVAN et ANNE-MARIE FRINGANT, présentée par M. André Danjon.

Il a été démontré avec toute la précision que comportent les méthodes de photométrie photographique, que la loi d'absorption continue de la lumière par la matière interstellaire était la même entre le rouge et la limite ultraviolette des spectres dans des régions très variées de la galaxie ⁽¹⁾; mais le coefficient d'absorption continue K_λ dans ce domaine spectral, n'a pu jusqu'ici être mesuré qu'à un terme additif constant près ⁽¹⁾. Ce terme additif est le même

(*) Séance du 15 juin 1953.

⁽¹⁾ L. DIVAN, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 2301.

pour les différentes régions de la galaxie étudiées; la détermination de K_λ en valeur absolue prend donc un intérêt très grand. Une méthode a été proposée pour la faire : elle consiste à comparer entre elles deux étoiles identiques, situées pratiquement à la même distance de nous mais placées l'une en avant, l'autre en arrière d'un même nuage absorbant.

Si les deux étoiles appartiennent à un même amas on sera assuré que leurs distances sont sensiblement les mêmes. Il faut, de plus, les choisir identiques. On a vu que la méthode de classification stellaire continue à l'aide des variables D et λ_1 ⁽²⁾ permet de mettre en évidence des différences entre des étoiles réunies sous un même symbole dans la classification d'Yerkes : pour que deux étoiles puissent être considérées comme identiques il semble donc nécessaire qu'elles soient représentées par un même point dans le graphique (D, λ_1).

En classant, dans le système (D, λ_1), les étoiles de l'association stellaire de ζ Persée nous en avons trouvé trois qui satisfont pratiquement à la condition ci-dessus tout en présentant des rougissemments différents. Les valeurs de m (magnitude visuelle), D, λ_1, M [quantité de matière absorbante évaluée comme il a été indiqué précédemment ⁽¹⁾] et le type Yerkes correspondant aux valeurs D et λ_1 , sont réunis dans le tableau.

★.	$m.$	$D.$	$\lambda_1.$	$M.$	Type Yerkes.
31°643.....	8,4	0,222	3757	0,393	B3V
HD 23.478.....	6,51	0,172	3755	0,126	B3V
HD 25.539.....	6,70	0,176	3756	0,109	B3V

Les trois valeurs de λ_1 qui sont pratiquement identiques se mesurent avec une bonne précision pour un type tel que B3V. L'examen des valeurs de D montre que la première étoile, qui est la plus rougie, est d'un type légèrement plus avancé que les deux autres, auxquelles nous allons successivement la comparer. Nous négligerons néanmoins pour le moment la différence de magnitudes absolues qui en résulte. Comparons d'abord entre elles les deux premières étoiles : la lumière que nous recevons d'elles a traversé deux nuages absorbants différents mais étant donné que la matière interstellaire qui les compose a les mêmes propriétés absorbantes, la différence des magnitudes visuelles $\Delta m_v = 8,4 - 6,51 = 1,9$ que nous constatons peut être attribuée à l'absorption par une quantité de matière $\Delta M = 0,393 - 0,126 = 0,267$; donc un nuage contenant une quantité de matière absorbante $M = 1$ produirait une variation de magnitude visuelle $\Delta m_v / \Delta M = 1,9 / 0,267 = 7,1$. Si au lieu de comparer la première étoile à la seconde, nous l'avions comparée à la troisième nous aurions trouvé

$$\frac{\Delta m_v}{\Delta M} = \frac{8,4 - 6,70}{0,393 - 0,109} = \frac{1,7}{0,284} = 6,0.$$

⁽²⁾ D. CHALONGE et L. DIVAN, *Annales d'Astrophysique*, 15, 1952, p. 201.

On peut donc admettre que la magnitude visuelle d'une étoile dont la lumière a traversé un nuage contenant l'unité de masse de matière absorbante, est augmentée de 6,5 magnitudes, moyenne des deux déterminations précédentes.

Si l'on se rappelle que la quantité que nous appelons M est égale numériquement au E_1 de Stebbins et Whitford, le quotient $\Delta m/\Delta M$ représente ce que l'on appelle généralement le rapport de l'absorption totale à l'absorption différentielle. La valeur moyenne que nous trouvons pour ce rapport est du même ordre de grandeur que celle, 7, trouvée par Whitford ⁽³⁾.

Si l'on discute de l'incidence que pourrait avoir sur notre résultat 1° le fait que l'étoile la plus rougie peut être de type un peu plus avancé que les deux autres; 2° la distance un peu plus grande à laquelle cette étoile pourrait se trouver de nous, on est amené à considérer le nombre obtenu comme trop fort : la correction à lui faire subir l'écarterait donc de celui de Whitford.

Mais il faut aussi noter que les magnitudes des étoiles comparées ne sont pas très certaines et qu'il suffirait que le numérateur augmente de 0,1 pour que notre détermination soit en accord avec celle de Whitford. Il sera donc nécessaire de reprendre les mesures de magnitudes des étoiles comparées.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur l'existence d'un noyau convectif au centre des étoiles.*

Note (*) de M. PAUL LEDOUX, transmise par M. Marcel Dehalu.

On considère la possibilité qu'un gradient du poids moléculaire moyen μ se développe dans les régions centrales de l'étoile au cours de son évolution et l'on montre que, dans certaines circonstances, ceci pourrait conduire à l'inhibition de la convection au centre de l'étoile et affecter considérablement son évolution subséquente.

Dans une étoile où μ est constant et la pression de radiation, négligeable, la condition d'instabilité peut s'écrire avec les notations habituelles

$$(1) \quad \frac{d \log T}{d \log P} = \frac{3 \kappa}{16 \pi a c G T^3} \cdot \frac{L(r)}{m(r)} > \frac{2}{5}.$$

Si le taux de génération d'énergie ϵ croît rapidement vers le centre comme pour les réactions thermonucléaires ($\epsilon = \epsilon_0 \rho T^\nu$, ν grand), cette condition est généralement remplie vers le centre et l'étoile doit posséder un noyau convectif. Cependant, dans le cas de la réaction proton-proton, ν est relativement petit, de l'ordre de 4 et l'existence d'un noyau convectif reste douteuse ⁽¹⁾.

En fait, au centre de l'étoile, la condition (1) devient $(3 \kappa \epsilon P / 16 \pi a c G T^4)_c > 0,4$

⁽³⁾ *Ap. J.*, 107, 1949, p. 102.

(*) Séance du 15 juin 1953.

⁽¹⁾ I. EPSTEIN, *Ap. J.*, 114, 1951, p. 438; I. EPSTEIN et L. MOTZ, *Ap. J.*, 117, 1953, p. 311; P. NAUR et D. E. OSTERBROCK, *Ap. J.*, 117, 1953, p. 306.

et le premier membre calculé grâce aux valeurs numériques de Epstein ⁽¹⁾ et Epstein et Motz ⁽¹⁾ est égal respectivement à 0,3932 et 0,3877, si bien que l'équilibre radiatif y serait toujours stable. Néanmoins, le cas est critique et il est nécessaire d'étudier différents facteurs négligés jusqu'ici, et notamment les effets d'une variation de μ car l'apparition plus ou moins hâtive d'un noyau isotherme en dépend et la question est importante pour l'évolution de l'étoile.

Aussi longtemps que l'étoile radie aux dépens de son énergie potentielle, il n'y aura pas de convection centrale ⁽²⁾. Dans la suite, la première réaction importante sera la réaction proton-proton et, d'après les résultats précédents, il est probable que la convection n'apparaîtra pas immédiatement. Il en résultera donc une variation progressive de μ dont il faut tenir compte dans la condition d'instabilité qui s'écrit alors

$$(2) \quad \frac{d \log T}{d \log P} - \frac{d \log \mu}{d \log P} > \frac{2}{5}.$$

Ignorant le cas assez formel où $d\mu/dr$ et $d\rho/dr$ sont différents de zéro au centre ce qui empêcherait évidemment toute convection, la variation de μ due à la réaction proton-proton, peut être déduite de la variation de l'abondance en masse X de H qui est déterminée par

$$(3) \quad X_0 - X = \frac{1}{E} \int_0^t \varepsilon dt,$$

où E est l'énergie libérée par la transformation complète de 1 g de H en He. Si Y désigne l'abondance de He, on a $X + Y = \text{constante} = C$ et

$$\mu = \frac{2}{1 + 2,5X + 0,5C}$$

et, comme ici, $\varepsilon_0 \propto X^2$, on tire de (3)

$$\frac{d \log \mu}{d \log P} = \frac{5}{4} \mu \left[\frac{\int_0^t \frac{1}{P} \frac{dP}{dr} \varepsilon dt}{\frac{1}{P} \frac{dP}{dr} E} \right] \left\{ 1 + (\nu - 1) \frac{d \log T}{d \log P} - \frac{10 + (5 + 2,5C)\mu}{10 - (5 + 2,5C)\mu} \frac{d \log \mu}{d \log P} \right\}.$$

Si nous désignons par α le rapport entre crochets qui doit être de l'ordre de la proportion de H consommé et, par β le rapport du dernier terme de l'accolade au premier membre ($\beta \simeq 1$ à 2), la condition d'instabilité (2) peut s'écrire approximativement

$$(4) \quad \frac{d \log T}{d \log P} \left[1 - (\nu - 1) \frac{5\mu\alpha}{4 + 5\mu\alpha\beta} \right] > \frac{2}{5} + \frac{5\mu\alpha}{4 + 5\mu\alpha\beta}$$

La correction ainsi introduite peut être déterminante dans un cas critique même pour des valeurs relativement faibles de α . Par exemple, aux confins

⁽²⁾ R. D. LEVEE, *Ap. J.*, **117**, 1953, p. 200.

de la zone radiative des modèles de Epstein, $\varepsilon \simeq 10$ ergs/gr sec et avec $E = 6,4 \cdot 10^{18}$ ergs, on voit qu'en $3 \cdot 10^9$ années $(X_0 - X) \simeq \alpha \simeq 0,15$, ce qui, incidemment, correspond à une abondance minimum de He plus grande que celle adoptée dans le modèle de Epstein et Motz. Avec cette valeur de α et $\mu \simeq 0,6$, $\beta \simeq 1$, $\nu \simeq 4,5$, la condition (4) devient

$$(5) \quad \frac{d \log T}{d \log P} [1 - 0,33] > 0,4 + 0,1 \quad \text{ou} \quad \frac{d \log T}{d \log P} > 0,65,$$

ce qui correspond à un accroissement considérable de la stabilité capable de rendre l'équilibre radiatif stable jusqu'au centre.

Dans certains cas, le gradient de μ créé par la réaction proton-proton pourrait d'ailleurs être suffisant pour empêcher la convection même quand le cycle du carbone entre en jeu. En fait, quand les deux réactions sont égales au centre, $T_c = 16 \cdot 10^8$ K et si $\rho_c = 100$, on trouve en utilisant pour ε et χ les expressions de Epstein et Motz, $(3\chi\varepsilon P / 16\pi ac GT^4)_c \simeq 0,6$, si bien que, dans des circonstances analogues à celles considérées plus haut, l'équilibre radiatif subsisterait. Si l'incertitude sur χ et ε est encore assez grande, ceci suffit cependant à montrer que dans chaque cas, une étude détaillée est désirable et que, peut-être, en ce qui concerne les modèles d'étoiles, une vue plus dynamique tenant compte de leur évolution antérieure devra être adoptée.

CARTOGRAPHIE. — *Présentation d'une carte de la région littorale de la Terre d'Inglefield (N. W. Groenland) au 1/100 000^e et d'une carte de l'état des glaces de mer au large du dit littoral.* Note de M. **JEAN MALAURIE**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

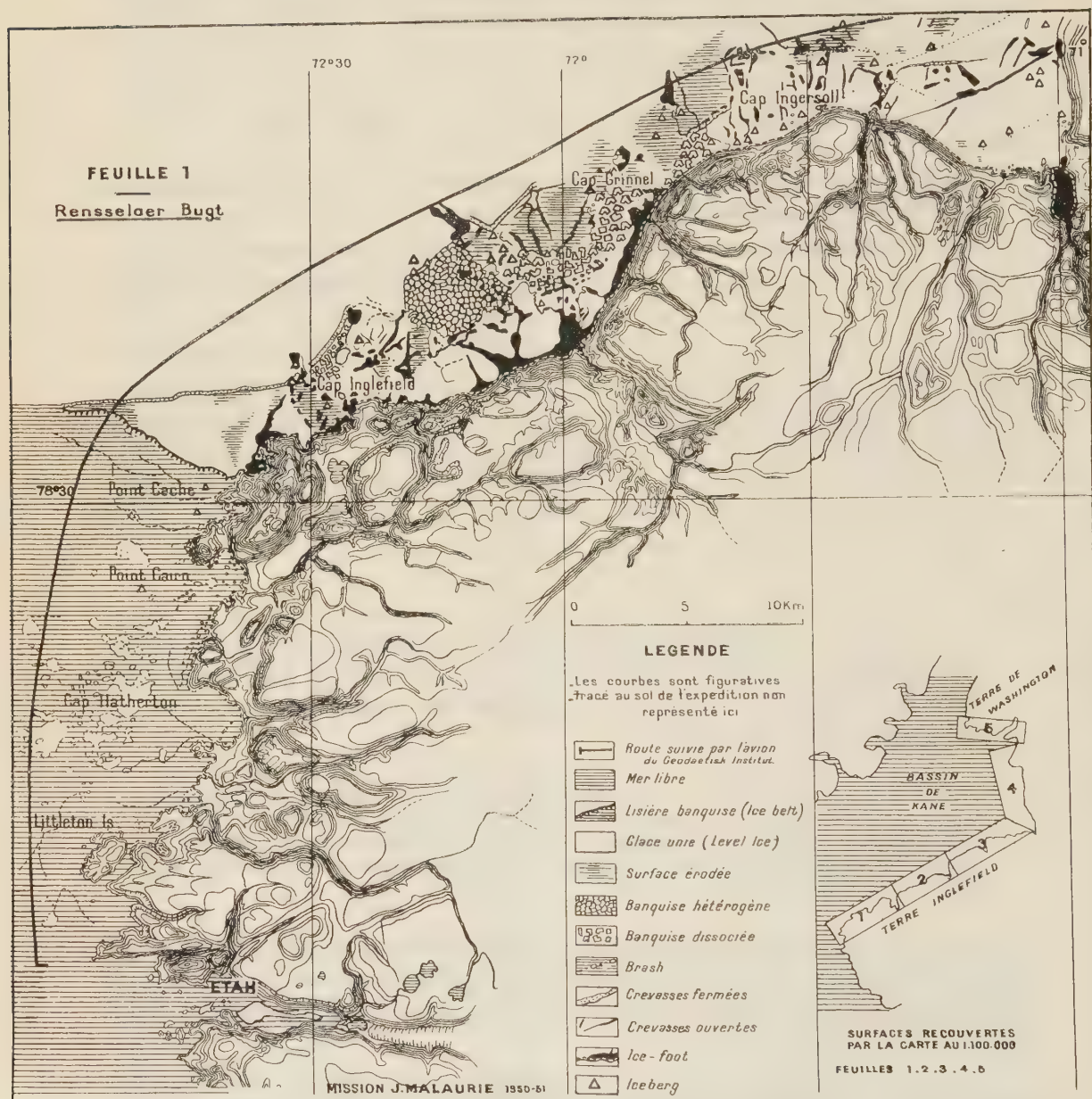
Présentation des résultats cartographiques de la *Mission Géographique française dans le Nord-Ouest du Groenland* (1950-1951) dirigée par l'auteur. Cartes de reconnaissance photo-topographiques au 1/100 000^e appuyées sur des levés au sol préalables, 5 feuilles présentées. Essai de cartographie systématique des glaces de mer pour un jour donné.

Les cinq feuilles topographiques et morphologiques au 1/100 000^e en question correspondent à la région littorale des Terres d'Inglefield et de Washington (côte Sud) levée par nous au retour de notre dernière Mission accomplie en 1950-1951 ⁽¹⁾.

La figure ci-incluse représente un fragment réduit (feuille 1 dite *Rensselær Bugt*) de cet ensemble. Ces cartes sont le résultat d'un levé de reconnaissance photo-topographique. Ce travail a été exécuté selon les méthodes suivantes : 1° Une préparation au sol au moyen de levés d'exploration (pré-complètement); 2° L'exploitation en collaboration avec Y. Muse, d'une série complète

(1) J. MALAURIE, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1472.

de clichés aériens obliques obligeamment communiqués par M. Norlund, Directeur du Geodaetisk Institut de Copenhague; 3° On s'est appuyé,



d'une part sur le canevas géodésique préalable et le fond topographique de la carte au 1/300 000° de Lauge Koch, remarquable à plus d'un titre ⁽²⁾,

⁽²⁾ *Map of North Greenland 1/300 000°*, Lauge Koch, Geodaetisk. Institut, Danemark (cf. Feuilles 13, 14, 11) 1932.

d'autre part, sur le tracé littoral de la carte photogrammétrique américaine au 1/250 000^e (³). Du Cap Ohlsen au Cap Scott, dans le fjord Cass, des corrections appréciables ont été apportées au tracé de Koch. A Aunartoq et Kakaitsut, nous avons pu cartographier deux fjords importants non reconnus antérieurement par cet auteur ainsi que plusieurs îlots (Kakaitsut). La restitution a été généralement exécutée par fragments successifs, de proche en proche, en direct. En ce pays difficile à parcourir, où tous les déplacements ont été effectués par traîneaux à chiens, les altitudes d'une série de sommets ont été déterminées au moyen d'un double baromètre anéroïde. La précision obtenue est faible. L'erreur maxima peut être évaluée à 20-30 m. Sur une profondeur de 3 km, la carte obtenue constitue incontestablement un document nouveau. Au delà, la précision ne peut être garantie. La topographie du plateau littoral esquissée ou absente sur les cartes antérieures est représentée systématiquement sur quatre des cinq feuilles présentées au moyen de courbes figuratives. La pente est donnée par des teintes. Les principaux points et sommets reconnus ont été dotés par nous d'une toponymie provisoire, non représentée ici, car elle nécessite l'approbation d'un Comité siégeant à Copenhague.

Cet ensemble cartographique comporte d'une part, un calque morphologique continu, d'autre part, une carte de l'état des glaces de mer, le 18 juillet 1949, *pro parte*. Cette dernière carte a été étudiée au moyen de nos observations de route et dressée à partir des documents aériens danois précités. Pour la première fois, renseignements pris au Service Hydrographique de la Marine et à l'Institut Géographique National, cet essai cartographique détaillé de la glace de mer est tenté en France (⁴). La figuration obtenue, réalisée partiellement selon une méthodologie russe (⁵) lorsqu'elle sera rapprochée de cartes similaires que nous envisageons pour les années à venir, permettra de dégager sans aucun doute des constantes dans la répartition des glaces de mer au cours de leur fragmentation estivale.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L'effet des statistiques sur le démon de Maxwell.*

Note (*) de M. NANDOR L. BALAZS, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans une Note récente (¹) j'ai montré que les relations d'incertitude de

(³) *Aeronautical Chart. AF. Preliminary Base* (cf. 20, B1, 20 B2; 20 B4), 1/250 000^e. *Trimetrogon photographs. Compilation*, septembre 1948, Chart. Serv., Washington.

(⁴) Pour le choix des signes conventionnels, nous avons bénéficié de l'avis des services compétents de l'Institut Géographique National.

(⁵) D. B. KARELIN, N. A. VOLKOV et autres, *La reconnaissance aérienne des glaces* (en russe), *Izd. Glavsev morput*, Moscou-Léninegrad, 1946, 149 pages.

(*) Séance du 1^{er} juin 1953.

(¹) *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 998.

Heisenberg n'exerceront aucun effet sur le démon de Maxwell si

$$(1) \quad (N/V) (h^2/mkT)^{3/2} < 1,$$

où la notation est employée dans le sens usuel.

Au contraire, si cette condition n'est pas satisfaite, le démon de Maxwell ne sera pas capable de séparer des particules ayant des énergies supérieure (ou inférieure) à la moyenne, en raison des relations d'incertitude.

Dans cette dérivation, nous avons supposé que l'équipartition est maintenue, c'est-à-dire que le système obéit à la statistique de Boltzmann. En tout cas, nous savons déjà que, si l'équation (1) n'est pas satisfaite, seuls des systèmes de Fermi-Dirac ou de Bose-Einstein sont réalisés dans la nature.

Pour cette raison il semble valoir la peine d'examiner jusqu'à quel point l'introduction de telles statistiques nouvelles peut influencer notre résultat. Nous verrons que dans le cas des statistiques Einstein-Bose, la condition (1) n'est pas changée. *Dans le cas de Fermi-Dirac, pourtant, il se trouve que les relations d'incertitude n'imposent aucune condition au démon de Maxwell.*

Le cas de Bose-Einstein est immédiatement évident, si l'on se rend compte du fait que l'énergie dans l'état saturé n'a qu'un peu plus de la moitié de sa valeur classique, ce qui ne changera qu'un facteur numérique indifférent dans l'équation (1).

Quant au gaz Fermi-Dirac, cependant, la situation est différente.

La condition que le démon de Maxwell doit être capable de mesurer l'énergie d'une particule avec une inexactitude inférieure à l'énergie moyenne, compte tenu des relations d'incertitude, peut être exprimée sous la forme suivante :

$$\bar{e} \geq h\bar{u} \left(\frac{N}{V} \right)^{\frac{1}{3}} = h \sqrt{\frac{\bar{e}}{2m}} \left(\frac{N}{V} \right)^{\frac{1}{3}},$$

où \bar{e} signifie l'énergie moyenne, et \bar{u} est simplement $\sqrt{\bar{e}/2m}$. Cela équivaut à

$$(2) \quad \bar{e} \geq \frac{h^2}{2m} \left(\frac{N}{V} \right)^{\frac{2}{3}},$$

qui est la forme générale de la condition (1), valable pour une statistique quelconque.

Pour un gaz du type Fermi-Dirac, $\bar{e} \sim (h^2/2m)(N/V)^{2/3}$, et pourtant cette condition se réduit à la forme non significative, $1 \sim 1$.

L'explication semble due au fait que dans un gaz Fermi-Dirac en état d'équilibre thermique la distance moyenne entre les particules est *toujours* supérieure à l'incertitude de la mesure de position. Ce fait permet au démon de Maxwell de choisir les particules convenables. On peut vérifier cette affirmation sur-le-champ en remarquant que dans ce cas $\Delta x / (V/N)^{1/3} < 1$, où $\Delta x \geq h\sqrt{p^2}$, et $(V/N)^{1/3}$ est la distance moyenne entre les particules composant le gaz,

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur le spin de certains noyaux impairs-impairs.*

I. *Formules générales.* Note de MM. CLAUDE MARTY, ROGER NATAF et JACQUES PRENTKI, présentée par M. Louis de Broglie.

On étudie d'après le modèle en couches les noyaux contenant un neutron et un proton en dehors des couches saturées. L'interaction entre ces deux nucléons, que l'on suppose centrale, sépare différents niveaux d'énergie suivant la valeur du moment angulaire résultant. On a ainsi le « spin » du niveau fondamental et des premiers niveaux excités pour ces noyaux impairs-impairs.

Différentes études théoriques⁽¹⁾,⁽²⁾,⁽³⁾ ont été publiées relatives à la prévision du spin des noyaux impairs-impairs dans le cadre du modèle en couches de Jensen-Mayer. Dans tous les cas on suppose que les nucléons en dehors d'un cœur saturé se meuvent dans un champ moyen résultant de la superposition d'un potentiel central et d'un potentiel de couplage spin-orbite fort. L'interaction entre les nucléons « externes », considérée comme une perturbation, lève certaines dégénérescences de l'approximation d'ordre zéro et permet de voir quel est le spin résultant de l'état fondamental. Le cas le plus simple est celui d'un cœur saturé en neutrons et en protons avec un neutron et un proton externes. Soit $\mathcal{V}(r_{12})$ l'interaction entre le neutron et le proton externes, mise sous la forme

$$(1) \quad \mathcal{V}(r_{12}) = -[c_1 + c_2 P_x + c_3 P_\sigma + c_4 P_x P_\sigma] V(r_{12}),$$

où les opérateurs P_x , P_σ sont les opérateurs habituels d'échange de position et de spin respectivement, $V(r_{12})$ étant un potentiel central. Dans les travaux précédents $V(r_{12})$ est supposé être une interaction de contact, ce qui est une approximation vraisemblablement exacte pour les noyaux lourds. Nous avons repris le problème dans le cas où la portée r_0 du potentiel V est quelconque, afin de voir dans quelle mesure les résultats précédents sont valables. Ce calcul peut se faire simplement à l'aide des méthodes développées par Racah⁽⁴⁾,⁽⁵⁾ à propos des spectres atomiques.

Pour un état caractérisé par les nombres quantiques $n_1 l_1 j_1$, $n_2 l_2 j_2$ des deux nucléons et de leur moment résultant J , on a pour les valeurs moyennes des divers termes de (1) :

(1) M. H. L. PRYCE, *Proc. Phys. Soc.*, **65**, 1952, p. 773

(2) C. MARTY et J. PRENTKI, *Comptes rendus*, **235**, 1952, p. 654.

(3) A. de SHALIT, *Bull. Amer. Phys. Soc.*, **28**, 1953, p. 19.

(4) *Phys. Rev.*, **61**, 1942, p. 186.

(5) *Phys. Rev.*, **62**, 1942, p. 438.

1° Dans le cas du potentiel de Wigner :

$$\mathfrak{V}_J^1 = -c_1 \sum_k f_k(l_1 j_1 l_2 j_2 J) F^k(n_1 l_1 n_2 l_2),$$

où F_k est l'intégrale de Slater habituelle, si l'on suppose le terme de couplage spin-orbite indépendant de la distance au centre du cœur et f_k un coefficient calculé directement en couplage $j-j$ par Racah (⁴).

2° Pour le potentiel de Heisenberg on a de même :

$$\mathfrak{V}_J^1 = -c_4 \sum_k g_k(l_1 j_1 s_2 j_2 J) G^k(n_1 l_1 n_2 l_2),$$

où G_k est l'intégrale d'échange de Slater.

3° Pour le potentiel de Bartlett, en passant en couplage L—S, on remarquera que seules les composantes de l'état singulet sont différentes de celles du potentiel de Wigner. On a

$$\begin{aligned} -\mathfrak{V}_J^3 &= (n_1 l_1 j_1 n_2 l_2 j_2 JM | c_3 P_\sigma V | n_1 l_1 j_1 n_2 l_2 j_2 JM) \\ &= (n_1 l_1 j_1 n_2 l_2 j_2 JM | c_3 V | n_1 l_1 j_1 n_2 l_2 j_2 JM) \\ &= 2\Pi(n_1 l_1 n_2 l_2 L = J | c_3 V | n_1 l_1 n_2 l_2 L = J), \end{aligned}$$

où Π est le poids de l'état singulet dans la configuration jj en question :

$$\Pi = \frac{1}{4} + \frac{(-1)^{j_1+j_2+l_1+l_2}}{2(2l_1+1)(2l_2+1)} [J(J+1) - j_1(j_1+1) - j_2(j_2+1)].$$

4° De même le potentiel de Majorana peut se calculer à partir du potentiel de Heisenberg. Les résultats sont les suivants :

$$\begin{aligned} \mathfrak{V}_J^2 &= (n_1 l_1 j_1 n_2 l_2 j_2 JM | c_2 P_x P_\sigma V | n_1 l_1 j_1 n_2 l_2 j_2 JM) \\ &+ 2\Pi(n_1 l_1 n_2 l_2 L = J | c_2 P_x V | n_1 l_1 n_2 l_2 L = J). \end{aligned}$$

Le résultat global est, dans le cas de deux nucléons différents :

$$\begin{aligned} \text{(II)} \quad \mathfrak{V}_J &= -(c_1 + c_3) \sum_k f_k(l_1 j_1 l_2 j_2 J) F^k - (c_2 + c_4) \sum_k g_k(l_1 j_1 l_2 j_2 J) G^k \\ &- 2\Pi \left[-c_3 \sum_k f_k(l_1 l_2 L = J) F^k + c_2 \sum_k g_k(l_1 l_2 L = J) G^k \right]. \end{aligned}$$

Les coefficients f_k et g_k dans le cas du couplage L—S sont fournis également par la méthode de Racah (⁴).

Dans le cas où le potentiel $V(r_{12})$ est de contact, la formule (II) peut se factoriser compte tenu du fait que dans ce cas $F^k = (2k+1)F^0$, $G^k = (2k+1)G^0$ (ce qui apparaît simplement par un calcul direct).

Si les deux nucléons externes sont identiques et sur des orbites différentes, on utilisera des fonctions d'ondes antisymétriques

$$\frac{1}{2} (1 - P_x P_\sigma) (x_1 \sigma_1 x_2 \sigma_2 | n_1 l_1 j_1 n_2 l_2 j_2 JM),$$

ce qui conduit à la même formule (II), aux substitutions près :

$$c_1 \rightarrow c_1 - c_1, \quad c_2 \rightarrow c_2 - c_3, \quad c_3 \rightarrow c_3 - c_2, \quad c_4 \rightarrow c_4 - c_1.$$

Enfin, si les deux nucléons externes sont identiques et sur une même orbite, la formule (II) s'applique en se bornant aux valeurs paires de J et en faisant $G^k = F^k$.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *La détermination des paramètres, ou d'une fonction des paramètres, d'une loi expérimentale, par la condition de moindre imprécision; amélioration par la pondération.* Note (*) de M. **PIERRE VERNOTTE**, présentée par M. Albert Pérard.

L'incertitude sur le résultat cherché est une forme linéaire des incertitudes des données. L'imprécision est minimum quand les coefficients communs de chacun des deux groupes, incertitudes à coefficient positif, incertitudes à coefficient négatif, sont entre eux comme la racine carrée du nombre de leurs constituants.

Nous avons montré dans une Note précédente ⁽¹⁾ que, si les paramètres d'une loi représentative y figuraient linéairement, on les obtenait au mieux par des expressions linéaires où les données, supposées en nombre très grand, étaient toutes présentes avec le même coefficient en valeur absolue, ces données se trouvant groupées, par le signe de leur coefficient, en autant de paquets jointifs que la loi comporte de paramètres.

Le mode de calcul admet implicitement une certaine équivalence moyenne entre la donnée expérimentale et la loi représentative, mais on peut l'interpréter, en allant au delà de ce qui est nécessaire, en disant qu'à l'intérieur de chacun desdits paquets cette équivalence est rigoureusement réalisée, ce qui permet de généraliser la méthode à n'importe quelle loi représentative; et l'on est ainsi conduit, par voie indirecte, à la procédure que nous avons indiquée autrefois ⁽²⁾ pour déterminer au mieux un paramètre ou une fonction de certains paramètres. L'incertitude sur cette fonction, déterminée par les règles du calcul différentiel, est une forme linéaire des incertitudes δy sur les données, et l'on partage l'intervalle expérimental de façon telle que toutes les δy aient, dans la forme linéaire, à peu près le même coefficient en valeur absolue.

Nous avons observé ⁽³⁾ qu'en réalité on ne faisait pas ainsi jouer à toutes les données des rôles équivalents, car, à l'intérieur d'un groupe, les incertitudes n'ajoutent pas arithmétiquement leurs valeurs absolues, mais se combinent, en sorte qu'on pouvait admettre que la somme de M incertitudes était à diviser

(*) Séance du 8 juin 1953.

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 2037.

⁽²⁾ *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 2267.

⁽³⁾ *Publ. Sc. Techn. Min. Air*, série grise, n° 271, p. 139.

par \sqrt{M} : c'est la règle de pondération qui serait appliquée classiquement, et que, dans une question accessoire, nous appliquerions ici faute de mieux.

En réalité, cette idée n'est pas tout à fait correcte. Supposons que l'incertitude sur le paramètre ou sur la fonction de paramètres apparaisse sous la forme

$$\delta Z = B \left[\sum_{j=1}^m \delta y_j - \sum_{j=m+1}^n \delta y_j + \sum_{j=n+1}^p \delta y_j - \sum_{j=p+1}^q \delta y_j + \sum_{j=q+1}^r \delta y_j \right],$$

les cinq paquets ainsi mis en évidence étant jointifs. Il n'y a aucune raison de

séparer les paquets $\sum_{j=n+1}^p$ et $\sum_{j=q+1}^r$ du paquet $\sum_{j=1}^m$ en admettant que dans chacune de ces

sommes les incertitudes se combinent en entraînant un facteur de réduction du type $1/\sqrt{M}$. Car si les expériences auxquelles sont relatives ces incertitudes ont été séparées par leur numéro d'ordre, elles n'ont pas nécessairement été séparées dans le temps au point de devoir être considérées comme constituant des séries absolument distinctes. Sauf circonstance spéciale, toutes les mesures prises en considération appartiennent à la même série et par suite il faut grouper en un même paquet toutes les incertitudes qui interviennent avec le

signe +, à savoir les sommes $\sum_{j=1}^m$, $\sum_{j=n+1}^p$, $\sum_{j=q+1}^r$, et dans un autre paquet les incertitudes qui interviennent avec le signe —, de sorte que l'on aura à combiner, d'une part $(m + p + r - n - q)$ incertitudes, et d'autre part $(n + q - m - p)$.

On devra donc déterminer la partition de l'intervalle expérimental de manière que les coefficients des δy_j , dans les paquets positifs, d'une part, et d'autre part dans les paquets négatifs, soient respectivement proportionnels à $\sqrt{m + p + r - n - q}$ et $\sqrt{n + q - m - p}$.

Il est un cas important où cette pondération n'aura pas à jouer : si le paramètre ou la fonction Z s'expriment linéairement à partir des données et sont tels qu'ils seraient nuls si les y étaient constants, il y a autant de y , et donc de δy , avec le coefficient +1 et avec le coefficient —1, et par suite les facteurs de réduction étant les mêmes il n'y a pas lieu d'en tenir compte. Il en est ainsi pour la détermination au mieux des coefficients des puissances de x dans une loi polynômiale, ou pour le calcul des dérivées successives (⁴).

Mais en général le groupe positif et le groupe négatif n'ont pas la même richesse, et il y a lieu de pondérer, en particulier lorsqu'on détermine le coefficient constant d'une loi polynômiale. Montrons le calcul dans le cas du coefficient constant C d'une loi du second degré. Nous supposons grand le nombre p des ordonnées équidistantes. Dans l'expression de C , les ordonnées

(⁴) P. VERNOTTE, *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 1737.

sont classées en trois groupes, le premier et le dernier, comportant chacun m ordonnées avec le coefficient $3/pm(p-m)$, et le second, comportant $(p-2m)$ ordonnées, avec le coefficient $-6/p(p-m)(p-2m)$, soit $2m$ ordonnées à coefficient positif et $(p-2m)$ à coefficient négatif. Il faut donc écrire que ces deux coefficients, en valeur absolue, sont entre eux comme $\sqrt{2m}$ et $\sqrt{p-2m}$. D'où, en posant $m : p = x$, l'équation de partition

$$\sqrt{1-2x}(1-2x)^3 = 2\sqrt{2x}\sqrt{x}(4x^2-6x+3),$$

dont la racine utile est 0,138. En l'absence de pondération, il fallait prendre $m = 0,1035p$; on trouve cette fois la répartition assez différente $m = 0,135p$.

ÉLECTRICITÉ. — *Quelques difficultés de la théorie électronique des métaux.*

Note (*) de M^{lle} GENEVIÈVE SUTRA, présentée par M. Eugène Darmais.

La théorie électronique des métaux constitue actuellement un ensemble qui doit rendre compte de leurs diverses propriétés : électriques, magnétiques, optiques, etc. J'ai déjà appelé précédemment l'attention sur la conductibilité des métaux fondus ⁽¹⁾ et montré que la théorie ne rendait pas compte de la grande discontinuité de la conductibilité au point de fusion. Plus récemment ⁽²⁾, j'ai proposé d'admettre, pour certains alliages, la formation d'une combinaison définie dont la dissociation par élévation de température rend compte du faible coefficient de température de la résistivité. Je signale ici quelques difficultés nouvelles relatives à la conductibilité des alliages fondus et leur explication par l'hypothèse précédente.

1. Les courbes de la figure 1 représentent la variation de la résistivité avec la composition pour les alliages AlCu : 1° trait plein; alliages solides à 0° C; 2° trait pointillé, alliages fondus à 1100° C. Les échelles des ρ sont marquées à droite et à gauche de la figure. Dans les deux cas, un maximum très net de ρ a lieu vers la composition AlCu₂. Le coefficient de température $\alpha = (1/\rho)(d\rho/dt)$ reste toujours positif pour l'alliage solide; il devient au contraire négatif aux environs du maximum de ρ pour l'alliage fondu (courbe en trait interrompu entre les deux flèches).

Les courbes de la figure 2 représentent les mêmes variations pour les alliages Cu-Zn. Le maximum de ρ a lieu également dans les deux cas aux environs de la composition Cu₂Zn₃; α est toujours positif pour l'alliage solide et négatif dans un certain domaine de composition pour l'alliage fondu.

(*) Séance du 8 juin 1953.

(1) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2589.

(2) *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 1643.

2. Ces résultats ne sont pas expliqués par la théorie dans son état actuel. Pour des températures très supérieures à la température caractéristique θ de Debye, on aurait pour la conductibilité une relation de la forme $\sigma = A \theta^2/T$ où A est une constante pour un métal donné. Pour les métaux liquides, un certain nombre d'auteurs (Mott, Fröhlich) sont d'avis que la même formule s'applique avec une température caractéristique différente θ' .

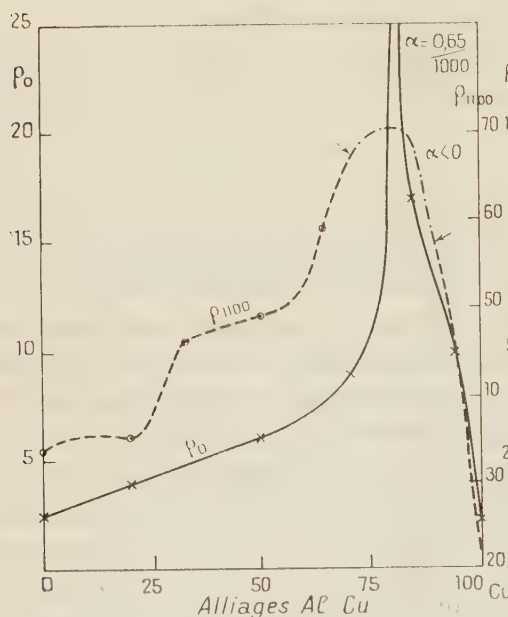


Fig. 1.

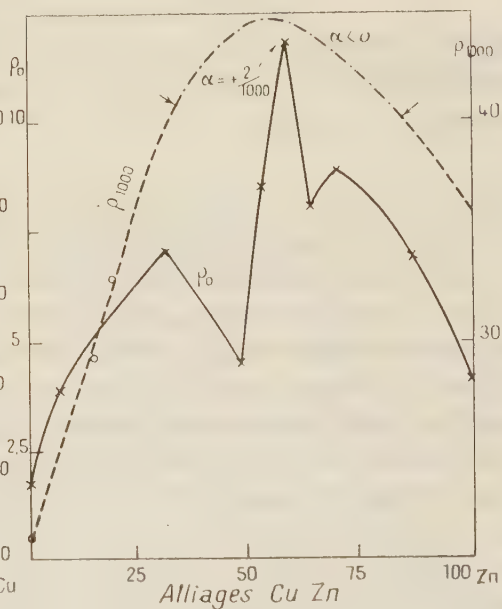


Fig. 2.

La théorie de la conductibilité des alliages n'a été faite que pour les alliages solides (Nordheim-Brillouin-Mott). Elle démontre que, pour un alliage désordonné, la résistivité est la somme de deux termes ρ_r et ρ_T ; ρ_r est la résistance résiduelle de Matthiesen, indépendante de T ; ρ_T est un terme variable avec T et, pour $T \gg \theta$, de la forme aT . Il en résulte que $\alpha = a/(\rho_r + aT) = 1/(T + \rho_r/a)$; on voit que $\alpha < 1/T$ est toujours positif. Les mêmes calculs faits pour les métaux purs liquides s'appliquent pour les alliages fondus et l'on voit que α ne peut pas être négatif pour les alliages désordonnés. Dans le cas où les deux métaux donnent une combinaison, par exemple dans le rapport AB_2 , la théorie démontre que ρ_r disparaît précisément pour cette composition, le réseau redevenant strictement périodique; on devrait retrouver dans ce cas $\alpha = 1/T$. C'est tout à fait inexact dans nos deux alliages. Le coefficient négatif de l'alliage fondu est tout à fait en contradiction avec la théorie.

Notre hypothèse au contraire explique immédiatement ces différents faits. Comme nous l'avons déjà dit, la dissociation de $AlCu_2$ ou Cu_2Zn_3

par élévation de température libre des électrons qui augmentent la conductivité; cette augmentation ne compense pas tout à fait la diminution de σ pour l'alliage solide à 0° C; mais elle « surcompense » cette diminution pour l'alliage liquide à 1000 ou 1100°, simplement à cause d'une dissociation plus avancée.

SPECTROSCOPIE. — *Absorption spectrographique dans l'ultraviolet moyen de l'oxygène comprimé jusqu'à 1500 atmosphères.* Note de MM. **JEAN ROBIN** et **STÉPHANE ROBIN**, présentée par M. Eugène Darmois.

La position du maximum et la forme du profil des bandes 3436, 3607 et 3803 Å varient peu sous l'influence de la pression; les triplets perdent leur structure aux fortes pressions. Les variations des coefficients d'extinction maxima sont dans tous les cas moins rapides que le carré de la pression mais légèrement plus rapides que le carré de la densité.

On sait que dans cette région spectrale ⁽¹⁾, ⁽²⁾, le spectre de l'oxygène comprimé ou liquide comprend : 1° du côté des grands λ quelques bandes diffuses attribuées comme celles du visible à des transitions doubles dans les molécules (O₂)₂ formées au moment du choc de deux molécules O₂, et 2° du côté des courts λ un spectre de bandes triples qui semble pouvoir être attribué à des transitions interdites (³ Δ_u — ³ Σ_g^-) induites par choc dans une molécule O₂. D'après les mesures effectuées à basse pression ⁽¹⁾, ⁽²⁾, les coefficients d'extinction maxima de toutes ces bandes seraient proportionnels au carré de la pression P; nous avons montré que cette loi n'est pas valable aux pressions élevées pour les bandes visibles ⁽³⁾; il nous a donc paru utile d'étendre nos mesures aux bandes ultraviolettes.

Les gaz utilisés et le mode de compression restent identiques; les épaisseurs l de gaz étudiées varient de 0,20 à 50 cm. L'étude des profils des bandes diffuses 3436, 3607 et 3803 Å a été faite à diverses pressions P comprises entre 500 et 1500 atm; la position de leur maximum et leur forme ne varient pratiquement pas (*fig. 2*); un léger élargissement est possible [les profils obtenus par Salow et Steiner ⁽²⁾ pour $P < 150$ atm sont représentés en pointillé] mais il reste inférieur aux erreurs d'expérience dans l'intervalle de nos mesures. La figure 1 représente la variation des coefficients d'extinction maxima ε_m [définis par $\varepsilon = (1/l) \log_{10}(I_0/I)$] en fonction de P^2 (courbes I) et du carré ρ^2 de la densité en amagats (courbes II) (en pointillé, l'extrapolation des résultats de Salow et Steiner pour $10^{-6} \cdot P^2 < 0,035$). On voit que ε_m croît

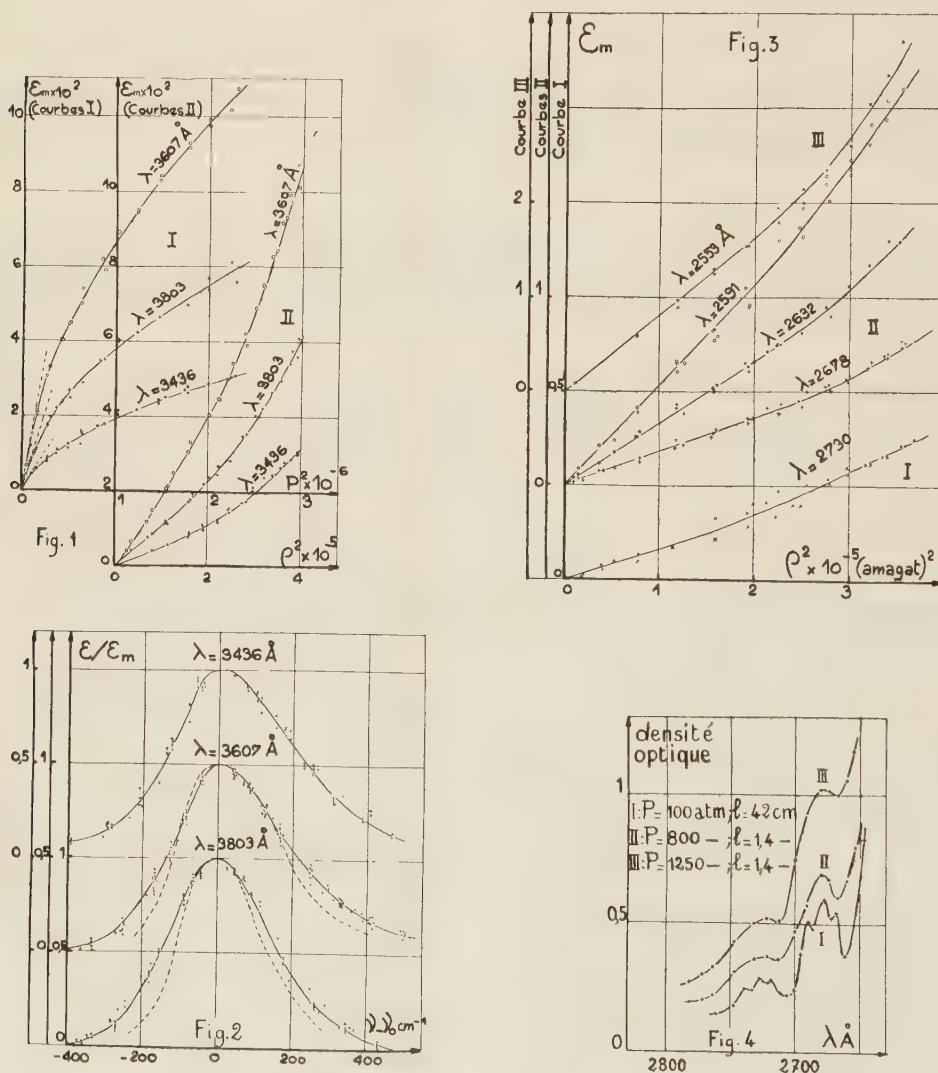
(1) W. FINKELNBURG et W. STEINER, *Z. Physik*, **79**, 1932, p. 69.

(2) H. SALOW et W. STEINER, *Z. Physik*, **99**, 1936, p. 137.

(3) J. ROBIN et S. ROBIN, *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 792.

moins vite que P^2 , mais plus vite que ρ^2 ⁽⁴⁾ comme pour les bandes visibles ⁽³⁾.

Pour les bandes triples, on observe une disparition de la structure de triplets aux pressions élevées (*fig. 4*); d'autre part, les courbes II et III (*fig. 4*) montrent que la netteté de ces bandes diminue lorsque P croît. Nous n'avons



pu mettre en évidence aucun déplacement des maxima centraux ⁽⁵⁾. Leur variation d'intensité (ϵ_m) est légèrement plus rapide que celle de ρ^2 (*fig. 3*); elle est beaucoup moins rapide que celle de P^2 et se rapprocherait plutôt

⁽⁴⁾ Les valeurs de ρ sont déduites des mesures de E. H. Amagat [*Cf.* ⁽³⁾].

⁽⁵⁾ Conformément aux observations de E. Warburg (*Sitz. preuss. Akad. Wiss.*, 1915, p. 230).

d'une loi linéaire de P au delà de 300 atm (cela est observé également pour les bandes diffuses). Une comparaison quantitative avec les résultats de Finkelburg et Steiner ⁽¹⁾ n'est pas possible, leurs données ne permettant pas de calculer ε .

La disparition de la structure de triplets à haute pression à la température ordinaire alors qu'elle a été observée dans O_2 liquide ⁽⁶⁾ peut probablement être rapprochée du léger élargissement que l'on observe pour les bandes visibles lorsqu'on passe du liquide ⁽⁷⁾ au gaz comprimé à 100 puis à 1000 atm, puisqu'il s'agit dans les deux cas de transitions électroniques dans les molécules O_2 . Ce phénomène laisse prévoir un effet important de la température conformément à quelques observations récentes ⁽⁸⁾. Une étude de cet effet de température permettra peut-être d'apporter quelques précisions sur la nature de ces triplets qui est encore incertaine. Leur attribution à des transitions électroniques induites par choc dans une molécule O_2 serait en accord avec une variation de ε proportionnellement à ρ^2 ; aux fortes densités, des écarts à cette loi peuvent être dus à des chocs multiples ⁽³⁾ ou à des perturbations dues aux forces intermoléculaires; toutefois, on ne constate l'apparition d'aucune bande nouvelle due à des transitions simultanées triples.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Activité optique du bromure de cobalt III-triéthylène diamine à l'état cristallisé et en solution.* Note de M^{lle} ÉLISABETH DROUARD et M. JEAN-PAUL MATHIEU, présentée par M. Jean Cabannes.

La comparaison de l'effet Cotton de la solution et du cristal montre l'effet de l'anisotropie et du champ cristallin sur l'activité optique.

La rotation et l'ellipticité données par le composé $Br_3[Co(C_2N_2H_8)_3] \cdot 2H_2O$ soit en solution dans l'eau (concentration $c = 0,04$ moles/l), soit à l'état cristallisé, suivant la direction de l'axe optique (lames d'épaisseur l comprise entre 0,02 et 2 mm) ont été mesurées à l'aide d'un analyseur de Chaumont-Rabinovitch ⁽¹⁾.

Les nombres suivants donnent, pour le cristal et pour la solution : 1° le coefficient d'absorption moléculaire $k = (1/cl) \log(I_0/I)$ (où l est l'épaisseur en centimètres, c la concentration en moles par litre; pour le cristal de densité 1,971 et de masse molaire 515,02, on a $c = 1,971/515,02$; 2° le pouvoir rotatoire moléculaire $M = 100 \alpha/cl$ (α = rotation mesurée); 3° le dichroïsme circu-

⁽⁶⁾ L. CIECHOMSKI, *Thèse*, Fribourg, 1910.

⁽⁷⁾ R. GUILLIEN, *Thèse*, Paris, 1937.

⁽⁸⁾ A. HERCZOG et K. WIELAND, *Helv. Phys. Acta*, 23, 1950, p. 432.

⁽¹⁾ *Revue d'optique*, 15, 1936, p. 63.

laire $k_g - k_d$, différence des coefficients d'absorption pour les rayons circulaires gauche et droit, déduite des valeurs mesurées de l'ellipticité.

λ en μ .	Cristal.			Solution.		
	k .	[M].	$k_g - k_d$.	k .	[M].	$k_g - k_d$.
0,589.....	3,1	11 730	0,3	—	620	—
0,550.....	6,5	22 000	0,9	4	1 600	0,01
0,520.....	32	37 500	7,3	27	2 670	0,7
0,510.....	50,5	37 000	12,2	37	2 500	0,9
0,500.....	74	30 200	14,5	54	1 300	1,3
0,490.....	96	20 500	16,5	73	—1 570	1,5
0,480.....	106	1 000	18	85	—3 500	1,7
0,470.....	117	—22 000	17,5	92	—4 570	1,5
0,460.....	112	—35 300	16	89	—4 680	0,9
0,450.....	97,5	—44 000	14	78	—4 300	0,4
0,440.....	78	—51 000	9,5	62	—3 670	~ 0

La fréquence du maximum d'absorption est à 0,47 μ pour la solution comme pour le cristal. A cette bande d'absorption ne correspond pas un effet Cotton simple : en solution, on peut distinguer une bande dont le dichroïsme circulaire passe par un maximum positif à 0,480 μ et une autre dont le dichroïsme circulaire négatif est plus faible, est maximum vers 0,44 μ ⁽²⁾. La première de ces bandes partielles se retrouve seule dans le cristal.

Tandis que le coefficient d'absorption croît d'un quart à peu près de sa valeur lorsque l'on passe de la solution au cristal, l'activité optique augmente environ dix fois. Dans les formules de Drude qui représentent la contribution de la bande étudiée à l'activité optique ⁽³⁾ la longueur d'onde caractéristique λ_0 est la même pour l'ion complexe en solution ou dans le cristal, mais les coefficients A et B liés aux forces rotatoires ont des valeurs beaucoup plus grandes pour le cristal.

L'étude du cristal aux rayons X ⁽⁴⁾ montre que les ions complexes y sont disposés en spirale, ce qui rend possible un pouvoir rotatoire de structure semblable à celui qui existe dans le quartz, par exemple. Mais un tel pouvoir rotatoire n'aurait pas de raison de montrer une dispersion anormale dans la bande d'absorption étudiée, qui est due à une transition électronique dans l'ion complexe.

D'autre part, la symétrie propre des ions complexes est abaissée par leur situation dans le cristal : elle n'est plus que C_2 (2) au lieu de D_3 (3,2) à l'état libre. L'augmentation considérable des forces rotatoires observées lorsque l'on passe de la solution au cristal doit être attribuée à l'anisotropie de

⁽²⁾ J.-P. MATHIEU, *Journal Chimie Physique*, 33, 1938, p. 78.

⁽³⁾ M. LÉVY, *Journal de Physique*, 11, 1950, p. 80.

⁽⁴⁾ J. TER BERG, *Rec. Tr. Chim. Pays-Bas*, 58, 1939, p. 93.

l'activité optique des ions complexes et à leur déformation sous l'influence du champ cristallin anisotrope, sans qu'il soit possible de faire la part de ces deux causes.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Enrichissement isotopique par migration dans un solide soumis à un champ électrique.* Note (*) de MM. **MARIUS CHEMLA** et **PIERRE SUE**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Un mélange des isotopes radioactifs ^{22}Na et ^{24}Na est soumis à la migration sous l'action d'un champ électrique dans des cristaux de NaCl et de KCl ; ceux-ci sont ensuite découpés en couches successives et les quantités de ^{22}Na et ^{24}Na sont mesurées dans chacune d'elles. Après une migration, un enrichissement en ^{22}Na de 10 à 20 % est observé pour les couches les plus profondes.

Klemm ⁽¹⁾ a observé un enrichissement en ^{63}Cu au cours de la diffusion de Cu_2S à travers du sulfure d'argent solide. Puis Johnson ⁽²⁾ a montré que la vitesse de pénétration des isotopes de Ni dans le cuivre variait comme $1/\sqrt{M}$, M étant la masse atomique.

On peut montrer que dans le cas d'une diffusion simple l'effet isotopique est extrêmement faible; ainsi, quand un mélange en proportions égales de deux isotopes A_1 et A_2 est déposé en couche mince à la surface du solide, la concentration C de chacun d'eux est donnée, au bout du temps t , par l'équation classique :

$$(1) \quad C_i = \frac{Q_0}{\sqrt{\pi D_i t}} \exp\left(-\frac{x^2}{4 D_i t}\right) \quad (i = 1, 2).$$

La variation du rapport des concentrations en fonction de la pénétration x est donc

$$(2) \quad \frac{C_1}{C_2} \neq 1 + \frac{x^2}{4 D t} \frac{\Delta D}{D}.$$

où D est le coefficient de diffusion moyen et ΔD la différence $D_1 - D_2$.

Il apparaît donc que C_1/C_2 ne varie notablement que lorsque $x^2/4Dt$ est grand c'est-à-dire quand la concentration globale de l'élément diffusant devient très faible.

Nous nous sommes proposés d'amplifier le phénomène en soumettant le cristal à un champ électrique E . La répartition de A_1 et A_2 est alors donnée ⁽³⁾ par l'intégrale :

$$(3) \quad C_i = \frac{Q_0}{\sqrt{\pi D_i t}} \exp\left(-\frac{(x - EV_i t)^2}{4 D_i t}\right) \quad (i = 1, 2)$$

(*) Séance du 15 juin 1953.

⁽¹⁾ *Z. Phys. Chem.*, B, **193**, 1943, p. 29.

⁽²⁾ *Metals Technology*, 1946, T. P. n° 2007.

⁽³⁾ M. CHEMLA, *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 484.

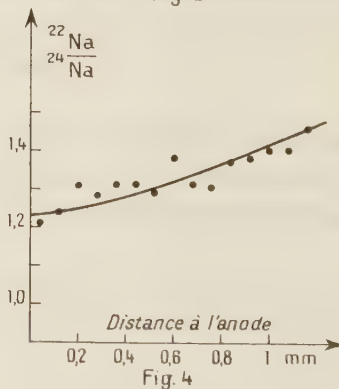
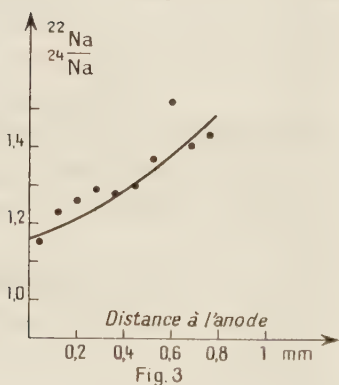
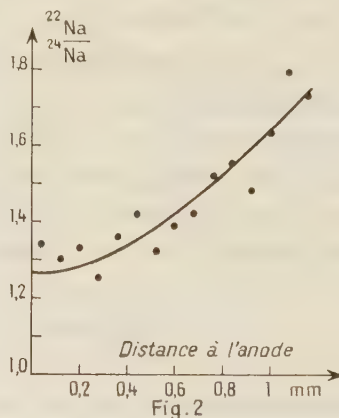
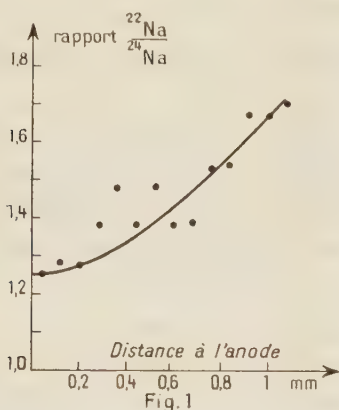
et

$$(4) \quad \frac{C_1}{C_2} \neq 1 + \frac{(x - EVt)E\Delta V}{2D} + \frac{(x - EVt)^2}{4Dt} \frac{\Delta D}{D},$$

où V est la mobilité moyenne des deux isotopes.

L'expression (4) contient alors un terme en x dont le coefficient $E\Delta V/2D$ est égal d'après la formule d'Einstein à $(Ee/2kT) \Delta D/D$ où le rapport e/kT voisin de 3 000 u. é. s. amplifie considérablement le facteur isotopique $\Delta D/D$.

Les expériences ont été réalisées en utilisant les deux isotopes radioactifs du sodium ^{22}Na et ^{24}Na de périodes respectives 2,6 ans et 14,8 h. Ils sont soumis à la migration sous l'action d'un champ électrique dans des cristaux de NaCl ou de KCl ; ceux-ci sont ensuite découpés au microtome et l'activité des tranches obtenues est suivie en fonction du temps afin de déterminer pour chacune d'elles le rapport des concentrations $[^{22}\text{Na}]/[^{24}\text{Na}]$



Des couches minces de Cl ($^{22}\text{Na} + ^{24}\text{Na}$) sont déposées par sublimation sur la surface de monocristaux de ClNa de 12 mm de côté et de 3 mm d'épaisseur; ceux-ci, serrés entre deux électrodes de graphite dans un dispositif d'acier, sont introduits dans un four électrique maintenu à 750°C et sont soumis pendant 20 h à une différence de potentiel de 10 V. Les cristaux sont ensuite découpés au

microtome en tranches de 0,08 mm. La détermination du rapport $^{22}\text{Na}/^{24}\text{Na}$ dans chaque coupe se fait par deux séries de quatre mesures d'activité, effectuées à des instants t_1 et t_2 distants d'environ 48 h.

Les valeurs de $[^{22}\text{Na}]$ et $[^{24}\text{Na}]$ sont alors ramenées au temps $t=0$ choisi arbitrairement comme origine.

Les courbes obtenues (*fig. 1 et 2*) représentent pour deux expériences différentes la variation du rapport $^{22}\text{Na}/^{24}\text{Na}$ en fonction de la distance x à l'anode. Après une migration ce rapport varie d'environ 1,2 à 1,7. L'interprétation de ce résultat permet d'évaluer par l'équation (4) le rapport $\Delta D/D$ trouvé égal à 4 % en accord avec la valeur attendue $(1/2)(\Delta M/M)$.

En vue d'une application éventuelle de ce procédé à la séparation d'isotopes, ces expériences ont été reproduites à 700°C, en utilisant comme milieu diffusant d'abord un cristal de KCl (*fig. 3*) puis une pastille de poudre de KCl comprimée sous 5 t/cm² (*fig. 4*). Dans ce dernier cas l'enrichissement par unité de parcours est beaucoup plus faible, mais la pénétration est plus profonde que dans le cas du cristal de KCl. Ce phénomène est dû à un élargissement de la courbe de répartition provoqué par une migration intergranulaire moins sélective.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *La mesure des limites supérieures des spectres β^+ des noyaux miroirs ^{29}P et ^{33}Cl .* Note de M. MAURICE NAHMAS et M^{lle} TOSIKO YUASA, présentée par M. Frédéric Joliot.

Utilisant la méthode du compteur à scintillations et de l'amplificateur proportionnel, on a trouvé des limites des spectres β^+ du ^{29}P et du ^{33}Cl , respectivement $3,9 \pm 0,2$ MeV et $4,2 \pm 0,2$ MeV, en bon accord avec la théorie des forces nucléaires indépendantes des charges et en désaccord avec les recherches de Peck sur la réaction $^{28}\text{Si}(d, n)^{29}\text{P} + Q$.

La théorie de Wigner ⁽¹⁾ sur l'identité des forces nucléaires entre neutrons et protons, permet de calculer l'énergie disponible dans la transition β^+ des noyaux miroirs $Z^A \rightarrow (Z-1)^A$. On a pour l'énergie maximum du spectre positif : $E_m = 0,6(A-1)A^{-1/3} - 1,775$ (en MeV). On en déduit pour le ^{29}P , $E_m = 3,7$ MeV et pour le ^{33}Cl , $E_m = 4,25$ MeV. Les expériences effectuées à la chambre de Wilson ⁽²⁾ avaient donné pour le ^{29}P , $E_m = 3,63 \pm 0,07$ MeV et pour le ^{33}Cl , $E_m = 4,13 \pm 0,07$ MeV. L'accord avec la théorie semblait donc satisfaisant pour ces deux noyaux et pour d'autres noyaux miroirs de $A=11$ à $A=27$. D'autres recherches vinrent toutefois infirmer cet accord, notamment pour le ^{27}Si et pour le ^{29}P . En effet les valeurs de E_m de ^{27}Si s'échelonnent

(1) *Phys. Rev.*, **56**, 1939, p. 519.

(2) M. G. WHITE, E. C. CREUTZ, L. A. DELSASSO et R. R. WILSON, *Phys. Rev.*, **59**, 1941, p. 63.

entre 3,48 ⁽³⁾ et 3,81 ⁽⁴⁾ MeV. Cette dernière valeur est supérieure de 0,4 MeV à celle calculée par l'expression citée plus haut. Pour le ²⁹P l'étude des traces nucléaires des protons projetés par les neutrons de la réaction ²⁸Si(d, n)²⁹P + Q donnent soit $Q = +0,29 \pm 0,04$ MeV [Mandeville⁽⁵⁾], soit $Q = -0,80 \pm 0,1$ MeV [Peck⁽⁶⁾]. En combinant cette réaction avec celle, bien connue ⁽⁷⁾ ²⁸Si(d, p)²⁹Si + 6,25 MeV, on tire ²⁹P, $E_m = 6,25 - 1,775 - Q$. L'expérience ayant prouvé ⁽⁸⁾ qu'aucune émission γ n'accompagne le ²⁹P, ni les autres noyaux miroirs, en dehors de la raie d'annihilation, on en déduit que le E_m de ²⁹P devrait être proche de 4,15 MeV pour $Q = +0,29$ et de 5,25 MeV pour $Q = -0,8$.

Pour éclaircir ce point nous avons entrepris l'étude des E_m du ²⁹P et du ³³Cl par une méthode différente. Nous avons employé un cristal de NaI(Tl) et finalement un scintillateur plastique au tétraphényl-1.1.4.4 butadiène-1.3 pur dans le polystyrène. Le photomultiplicateur était du type Lallemant ⁽⁹⁾ et l'amplificateur proportionnel commandait des sélecteurs à un canal et échelle de mille, ou à dix canaux ⁽¹⁰⁾.

Les périodes radioactives de ²⁹P et ³³Cl étant relativement courtes, 4,5 et 2,8 s, nous avons utilisé le ¹³N de 10 mn de période, obtenu par la réaction ¹²C(d, n)¹³N pour étudier l'influence des γ d'annihilation des β^+ arrêtés dans le scintillateur, sur l'amplitude des impulsions données par le photomultiplicateur. Nous avons ainsi vérifié que, en présence notamment des sources β^+ de plusieurs dizaines de microcuries, la limite supérieure du spectre β^+ était nettement déplacée vers les grandes énergies, de 0,5 MeV au minimum, lorsqu'on utilisait un cristal de NaI(Tl). Le temps de résolution de l'amplificateur, qui était de l'ordre du millionième de seconde, laissait d'ailleurs prévoir un pourcentage important d'impulsions additives $\beta^+ + \gamma$. En arrêtant complètement les β^+ du ¹³N nous avons pu observer la raie d'annihilation de 0,5 MeV et une queue relativement faible jusqu'à 1 MeV due à l'addition des deux photons d'annihilation. Par contre cette radiation d'annihilation ne perturbait pas les mesures lorsque nous utilisions le scintillateur plastique,

⁽³⁾ F. I. BOYLE et D. J. ZAFFARANO, *Phys. Rev.*, **84**, 1951, p. 1059.

⁽⁴⁾ J. D. KNIGHTON, J. K. BAIR, R. R. CARLSON et H. B. WILLARD, *Phys. Rev.*, **89**, 1953, p. 530.

⁽⁵⁾ *Phys. Rev.*, **85**, 1952, p. 196.

⁽⁶⁾ *Phys. Rev.*, **73**, 1948, p. 947.

⁽⁷⁾ E. N. STRAIT, D. M. VAN PATTTER, W. W. BURCHNER et A. SPERDUTO, *Phys. Rev.*, **81**, 1951, p. 747.

⁽⁸⁾ M. G. WHITE, L. A. DELSASSO, J. G. FOX et E. C. CREUTZ, *Phys. Rev.*, **56**, 1939, p. 512.

⁽⁹⁾ *J. Phys. Rad.*, **10**, 1949, p. 235.

⁽¹⁰⁾ M. LANGEVIN et G. ALLART, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 515, et M. LANGEVIN, G. ALLART et G. CORBÉ, *J. Phys. Rad.* (à paraître).

celui-ci présentant une efficacité très faible pour les γ . Nous prenions toutefois la précaution d'employer des sources de l'ordre d'une vingtaine de microcuries pour éviter les impulsions additives $\beta + \beta$. L'étalonnage des amplitudes d'impulsions en fonction de E a été fait avec des raies γ de ^{137}Cs (0,661 MeV), de ^{65}Zn (1,114 MeV) et les E_m des spectres β de ^{32}P (1,69 MeV), de ^{13}N (1,28 MeV) de Ra E (1,17 MeV) et de ^{20}F (5,4 MeV) ⁽¹⁾.

Pour ^{29}P , on irradiait un cristal de quartz avec des deutons de 6 MeV pendant 4 s et il était amené en moins de 10 s sur le scintillateur. On mesurait ensuite la hauteur des impulsions vers la fin du spectre et la variation du nombre d'impulsions en fonction du temps, pour identifier la période. On a fait de même pour le ^{33}Cl en irradiant du S aux deutons. Nous trouvons ainsi pour le E_m du ^{29}P : $3,9 \pm 0,2$ MeV, et pour le ^{33}Cl : $4,2 \pm 0,2$ MeV. La valeur relative à ^{29}P et en accord avec les résultats de Mandeville ⁽⁵⁾ et en net désaccord avec ceux de Peck ⁽⁶⁾. En ce qui concerne le ^{33}Cl nous confirmons la valeur donnée par Boyle et Zaffarano ⁽³⁾ et celle de White ⁽²⁾. On peut donc conclure de ce travail et de celui de Boyle et Zaffarano ⁽³⁾ que la théorie de Wigner ⁽⁴⁾ sur les noyaux miroirs est encore applicable pour $A = 39$.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur l'étude expérimentale et le mécanisme de la réaction $\text{B}^{10}(d, \alpha)2\alpha$. Note (*) de MM. PIERRE CÜER et JEAN-JACQUES JUNG, présentée par M. Louis Leprince-Ringuet.*

Les réactions $\text{B}^{10}(d, \alpha)2\alpha$ ont été étudiées à $E_d = 1$ MeV. Les mécanismes classiques $\text{B}^{10}(d, \alpha)^*\text{Be}^8$, $(\text{Be}^8)^*$, $\text{Be}^8 \rightarrow 2\alpha$ rendent entièrement compte des résultats. Deux dispositifs expérimentaux ont permis de mettre en évidence pour la première fois dans cette réaction les états connus à 5 et 7,5 MeV et, avec moins de certitude, à 4,1 et 9,6 MeV. La proportion possible de réaction immédiate $\text{B}^{10}(d, 3\alpha)$ est très faible.

La réaction $\text{B}^{10}(d, \alpha)\text{Be}^8$ a été mise en évidence par Cockroft et Lewis ⁽¹⁾ à $E_d = 0,55$ MeV. Récemment, Whitehead ⁽²⁾ à 1,2 MeV et Treacy ⁽³⁾ de 0,59 à 1,07 MeV n'ont pu mettre en évidence à 90° que le premier état excité de Be^8 . Bien que relativement peu étudiée, cette réaction est très importante du point de vue des processus nucléaires. Son Q (~ 18 MeV) est nettement plus élevé que l'énergie de liaison de 3α et dans un modèle un peu schématique on a envisagé depuis 1936 sans pouvoir le démontrer définitivement une émission pratiquement simultanée de 3α rendant précaire la notion habituelle des niveaux de Be^8 .

⁽¹⁾ D. E. ALBURGER, *Phys. Rev.*, **88**, 1952, p. 1257.

(*) Séance du 8 juin 1953.

⁽¹⁾ *Proc. Roy. Soc.*, **154**, 1836, p. 246.

⁽²⁾ *Phys. Rev.*, **82**, 1951, p. 553.

⁽³⁾ *Phil. Mag.*, **44**, 1953, p. 325.

Deux dispositifs expérimentaux ⁽⁴⁾ de discriminations différentes ont été adaptés au générateur de Strasbourg ⁽⁵⁾ pour $Ed = 1$ MeV. Après leur séparation magnétique habituelle, dans le premier dispositif, les deutons atomiques sont incidents à 45° de la cible de $30 \mu\text{g}$ de B^{10} pur ⁽⁶⁾ sur 20μ d'Al. Les particules émises sont diaphragmées à 90° à l'aide d'une fente de $0,5$ mm de largeur et analysées magnétiquement par un champ de $5\,000$ gauss qui trie les α des deutons réfléchis et des protons de l'oxygène. Les α étalées en un éventail de 30° sont recueillies dans des émulsions Ilford E₁ à 7° . Dans notre second dispositif la cible est à 60° du faisceau incident, on observe sans champ en bonne géométrie ($\pm 1^\circ$) à 0° , 30° , 90° et 150° . Le support de cible forme fenêtre pour les deutons à 0 et 30° . A 90 et 150° on place des feuilles de 10μ d'Al. Deux mesureurs ont dépouillé les émulsions en comptant $\sim 7\,000$ traces par histogramme. Tous les spectres indiquent très clairement Be^8 fondamental et son premier état excité avec les valeurs moyennes suivantes : $Q = 17,87 \pm 0,06$ MeV ; état excité à $2,87 \pm 0,08$ MeV largeur $0,9 \pm 0,2$ MeV en accord avec nos valeurs ⁽⁷⁾ de $Be^9(d, t)^*Be^8$. Malgré sa largeur, le groupe de l'état excité est systématiquement étalé vers les faibles énergies et pourrait indiquer la présence non résolue de l'état de $4,1$ MeV trouvé par Green et Gibson ⁽⁸⁾ dans $Li^7(d, n)^*Be^8$. A 90° , les spectres, analogues à ceux de Whitehead et Treacy, n'indiquent nettement que le premier état excité, probablement du fait des distributions angulaires défavorables à cet angle.

Par contre, à 0 , 30 et 150° un groupe α défini correspond au niveau de ~ 5 MeV déjà connu dans $Li^7(d, n)^*Be^8$ et $Be^9(p, d)^*Be^8$. Ce pic important ne provient pas d'une contamination Li en raison de la pureté de la cible et des nettes différences de parcours à ces angles. A 0 et 30° on observe un groupe correspondant à l'état de $\sim 7,5$ MeV connu dans d'autres réactions.

Enfin à 0° un cinquième groupe indiquerait un état à $9,6$ MeV avec une certitude moindre en raison, d'une part de la proximité des α de $Al^{27}(d, \alpha)Mg^{25}$ et d'autre part de la déformation du spectre α aux faibles énergies par la diffusion dans Al. On ne pourrait évidemment pas détecter des états plus excités.

Les pics sont superposés aux continuums α de $^*Be^8 \rightarrow 2\alpha$. Comme on ne connaît pas les distributions angulaires détaillées on ne peut faire la part quantitative des continuums dus aux différents états. Cependant une estimation

⁽⁴⁾ Ces dispositifs expérimentaux de grande précision ont été réalisés dans notre laboratoire par M. Liess.

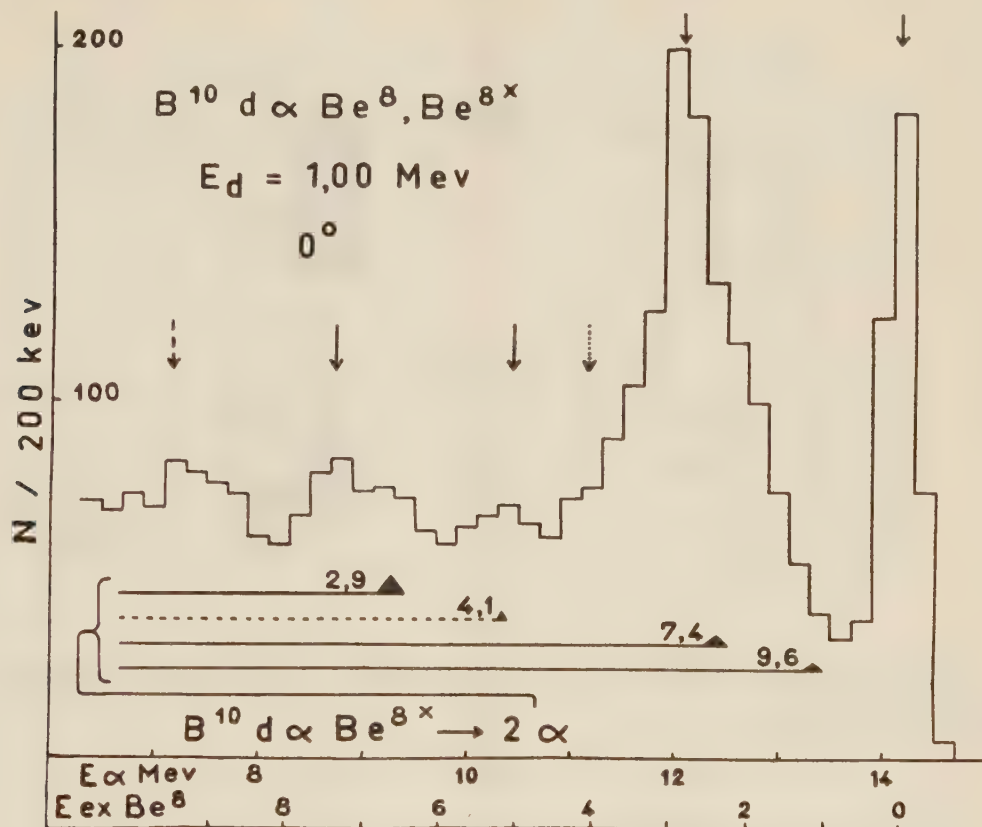
⁽⁵⁾ Les expositions ont été effectuées durant 1951-1952 à l'Institut de Recherches nucléaires, directeur S. Gorodetzky.

⁽⁶⁾ Cette cible nous a été fournie par le Docteur R. H. V. M. Dawton de Harwell.

⁽⁷⁾ P. CŒR et J.-J. JUNG, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 204.

⁽⁸⁾ *Proc. Phys. Soc. London*, 26, 1949, p. 407.

est possible et notamment du spectre compris entre l'état fondamental et le premier état excité, on peut déduire que si une réaction simultanée existe sa proportion maximum est $\sim 5\%$.



La figure représente une partie du spectre enregistré à 0° , les groupes α correspondant aux états excités de Be^8 sont indiqués par des flèches.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Formation des particules de carbone dans le cracking du propane pur ou en mélange avec divers gaz.* Note de M. FRANCIS GUYOMARD, présentée par M. Gustave Ribaud.

TECHNIQUE DE MESURES. — On fait circuler le mélange à étudier dans un tube A de diamètre d , porté à une température T , et muni à l'extrémité E de deux fenêtres diamétralement opposées permettant l'observation des particules de carbone (*fig. 1*).

Si l'on admet que le coefficient d'absorption monochromatique k pour la longueur d'onde $\lambda = 0,665$ est proportionnel au nombre des particules,

supposées d'égales dimensions, contenues dans un cube de 1 cm^3 , on pourra suivre la formation des particules en mesurant k .

On dispose une lampe à ruban de tungstène derrière la fenêtre d'observation. Des mesures au pyromètre optique permettent de déterminer les brillances

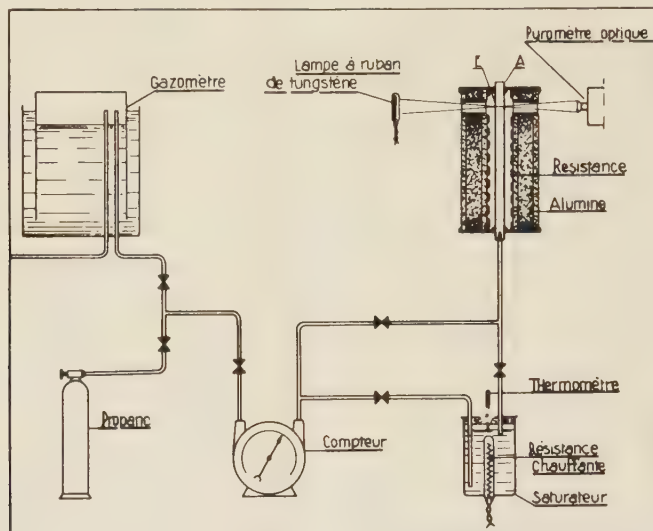


Fig. 1.

respectives b_1, b_2, b_3 de la lampe seule, de l'ensemble lampe + particules et des particules seules. On a

$$1 - \varepsilon = \tau = \frac{b_2 - b_3}{b_1}, \quad \text{d'où} \quad k = \frac{1}{d} \log \frac{b_1}{b_2 - b_3}.$$

On a calculé les temps (t) de séjour du gaz dans le tube en tenant compte de la dilatation due à l'échauffement sans tenir compte de la variation de volume due au changement de composition.

RÉSULTATS (fig. 2 et 3). — 1° *Propane seul*, (courbes 1 et 2). — L'élévation de la température entraîne une augmentation très rapide de k . En supposant celui-ci proportionnel à la quantité de carbone solide libéré, on peut calculer l'énergie d'activation E_0 moyenne des réactions libérant le carbone. Il suffit de considérer les tangentes à l'origine pour deux températures T_1 et T_2 pour lesquelles on a la relation, pour $t = 0$:

$$\frac{\frac{dk}{dt}(T_1)}{\frac{dk}{dt}(T_2)} = e^{-\frac{E_0}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)} \quad \text{qui permet de calculer } E_0.$$

Nous avons obtenu $E_0 = 65 \text{ kcal}$.

Cette valeur est du même ordre que celles des réactions de dissociation du propane en propylène et hydrogène ou en éthylène et méthane ⁽¹⁾.

2° *Mélange* 50 % C_3H_8 — 50 % N_2 (courbe 3). — On pourrait penser que le rôle de l'azote revient à diviser par 2 le coefficient d'absorption correspondant

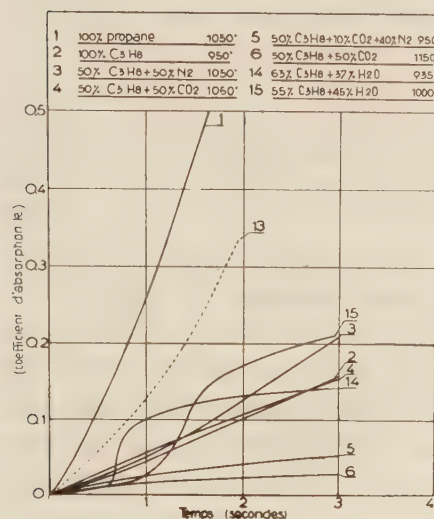


Fig. 2.

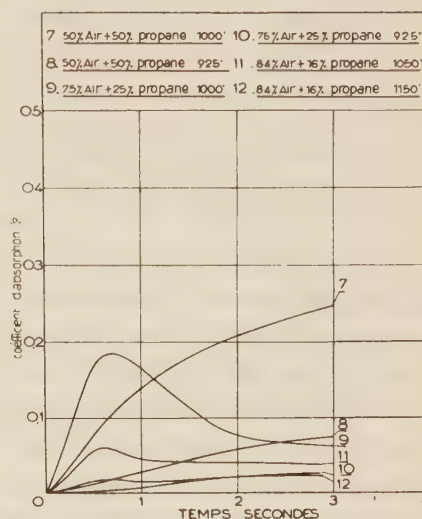


Fig. 3.

au propane seul dans les mêmes conditions (t et T). Or il se trouve que (3) est entièrement au-dessous de (13) correspondant aux ordonnées de (1) divisées par 2. N_2 joue donc un rôle ralentisseur. Après des temps suffisants (3) doit tendre vers (13).

3° *Mélanges* C_3H_8 — CO_2 (courbes 4 et 6). — L'élévation de la température entraîne un ralentissement de la formation des particules. De plus (4) se trouve au-dessous de (3) donc le ralentissement dû à la présence de CO_2 est plus accentué que celui qui est dû à la présence de N_2 .

4° *Mélanges* C_3H_8 — H_2O (courbes 14 et 15). — On remarque que la formation des particules est très lente jusqu'à un temps de l'ordre de 0,5 à 1 s puis s'accélère ensuite. Le retard à la formation des particules semble d'autant plus grand que la quantité d'eau présente dans le mélange est plus grande.

5° *Mélanges propane-air* (courbes 7, 8, 9, 10, 11, 12). — On peut distinguer deux cas :

a. *Mélanges contenant peu d'oxygène jusqu'à $A/p = 3$* (courbes 7, 8, 9, 10). — L'élévation de la température entraîne une formation plus rapide des particules. On pourrait penser que la présence d'oxygène entraînerait la combustion des particules donc que (7) devrait se trouver au-dessous de (3).

(1) HUGGEN et WATSON, *Chemical Process Principles*.

Or on observe le phénomène contraire au début et après un temps de l'ordre de 3,5 s (7) passe au-dessous de (3). De plus, sur (9) on observe un maximum atteint après un temps de 0,7 s.

b. Mélanges plus aérés $A/p = 5$ (courbes 11 et 12). — L'élévation de la température entraîne une diminution de la densité en particules et on observe un maximum plus atténué après un temps de l'ordre de 0,5 s.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Sur quelques particularités relatives au travail des métaux par enlèvement de matière.* Note (*) de M. **PIERRE SORIN**, présentée par M. Albert Portevin.

Les nombreux travaux effectués dans le domaine de l'usinage des métaux par enlèvement de matière ont conduit à l'établissement de règles empiriques qui semblent assez universellement admises à l'heure actuelle, mais qui ne sont pas susceptibles d'une interprétation scientifique précise.

D'une façon générale, l'enlèvement du métal sur une pièce à l'aide d'un outil se fait d'autant plus facilement que la matière usinée est moins dure et plus ductile sans cependant que cette ductilité ou plasticité tombe en dessous d'une certaine limite.

Mais, c'est en réalité l'ensemble matière usinée-outil et machine-outil qui doit être envisagé pour essayer de définir l'aptitude d'un matériau à l'usinage par coupe, puisque pour une matière donnée, le travail de coupe est d'autant plus facilement et économiquement réalisé que l'outil est plus dur, qu'il est plus résistant à l'usure et que la machine-outil est plus rigide.

Le but de la présente Note est d'exposer les résultats d'observations expérimentales qui semblent infirmer dans une certaine mesure ces règles générales et qui tendent à montrer que le problème de l'usinage par coupe, extrêmement complexe, fait intervenir des facteurs physiques d'une très grande importance dont le rôle semble avoir été en partie négligé jusqu'ici.

Ces observations sont relatives à des essais de coupe d'un métal par lui-même, processus qui n'a jamais fait, à ma connaissance, l'objet d'études particulières.

L'expérience montre qu'il est possible d'usiner dans certaines conditions, un métal avec un outil de même nature et, par exemple, prélevé directement dans la matière à usiner elle-même. Tous les métaux ne présentent pas au même degré cette propriété de « self-usinabilité ». Parmi ceux qui la possèdent le plus nettement, se trouvent en particulier les alliages d'aluminium (mais non l'aluminium lui-même).

(*) Séance du 18 mai 1953.

Ce résultat est d'autant plus surprenant que l'usinage de ces alliages est considéré comme difficile en raison de leurs propriétés abrasives.

En fait, l'outil de même nature que la matière à usiner, non seulement coupe le métal dans d'excellentes conditions, mais encore, les résultats obtenus, tant au point de vue de la rapidité de travail que de l'état de la surface usinée, sont tout à fait comparables à ceux que l'on peut attendre d'un outil ayant de hautes qualités de coupe. J'ai étudié les conditions de formation du copeau et le mécanisme de la coupe dans un tel essai.

Dès que s'établit le contact de la pièce et de l'outil, on peut constater qu'il se forme presque instantanément une *arête rapportée* provenant du métal usiné, arête qui va désormais jouer le rôle d'outil, dans des conditions particulièrement stables.

Des examens systématiques ont été faits sur ces arêtes rapportées et il a été possible de suivre le processus de leur formation. Elles ont une structure stratifiée qui ne laisse aucun doute sur le fait qu'elles sont créées et entretenues par des apports successifs de particules du métal usiné.

En apparence, elles ne paraissent pas s'user et l'on doit admettre que si des particules sont entraînées par le copeau dans son mouvement de glissement sur la face d'attaque de l'outil, aussitôt des éléments nouveaux, provenant toujours du métal usiné, viennent la reformer. Ainsi l'outil maintient de lui-même son pouvoir de coupe, et contrairement à ce qui est admis, cette arête tranchante est stable.

L'outil qui se forme ainsi *spontanément*, au contact de la pièce de même nature, a une forme assez nettement différente de celle qui est en général donnée aux outils ordinaires. Les angles automatiquement réalisés sont très différents de ceux que l'on adopte ordinairement pour les outils « normaux ».

En particulier, la pente d'affûtage est considérablement plus élevée (45° et parfois 60°) et l'angle de dépouille est toujours nul.

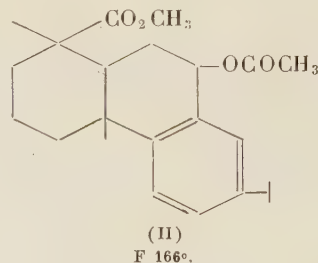
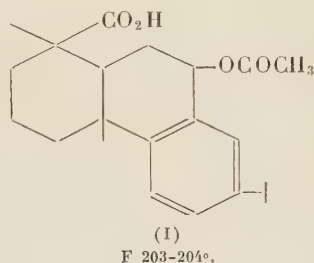
Il n'a pas été possible, jusqu'ici, d'analyser dans tous leurs détails, les conditions exactes de la formation de cette arête tranchante dont le rôle est essentiel dans cet effet de coupe d'un métal par lui-même. Ce que de nombreux essais permettent en tout cas d'affirmer, c'est que l'excellent pouvoir de coupe que possèdent ces arêtes rapportées n'est pas dû à une augmentation sensible de la dureté.

Ces recherches se poursuivent dans les Laboratoires de l'Institut supérieur des Matériaux et de la Construction Mécanique dans le but de découvrir le processus de la création de ces arêtes rapportées et de leur renouvellement automatique au cours du temps.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation par l'acétate mercurique de l'acide abiétique et de ses esters*. Note de MM. **GEORGES DUPONT**, **RAYMOND DULOU** et **CLAUDE THIBAUT**, présentée par M. Marcel Delépine.

Cette étude avait déjà été amorcée par Rouin ⁽¹⁾. Une Note toute récente de Lombard et Baltzinger sur le même sujet ⁽²⁾ nous incite à publier ici les résultats nouveaux acquis par nous.

L'oxydation de l'acide abiétique et de son ester méthylique par l'acétate mercurique, à raison d'une molécule d'acétate mercurique pour chacune des deux doubles liaisons de l'acide abiétique, nous a conduits, avec des rendements de 33 et 35 % respectivement aux acétates (I) et (II)



déjà décrits par Lombard et Baltzinger ⁽²⁾, l'acétate (II) ayant été obtenu par ces auteurs en estérifiant (I) à l'aide du diazométhane.

L'indice d'acide du premier et son indice de saponification indiquent un poids moléculaire de 357 (théorique 358).

Le spectre ultraviolet présente deux maxima $\lambda = 268 \text{ m}\mu$, $\varepsilon = 680$ et $\lambda = 276 \text{ m}\mu$, $\varepsilon = 630$ avec des intensités comparables à celles des bandes correspondantes de l'acide déhydroabiétique.

D'autre part nous avons également obtenu l'acétate (II) par oxydation au tétracétate de plomb du déhydroabiétate de méthyle (Rdt 45 %).

Ces résultats sont en accord avec les formules indiquées.

La saponification de ces deux acétates en solution alcoolique par une ébullition de 20 à 25 minutes avec un excès de potasse alcoolique normale nous a conduits :

a. Pour le premier acétate à un acide éthylénique $\text{C}_{20}\text{H}_{26}\text{O}_2$ (III).

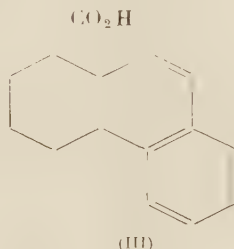
Lombard et Baltzinger avaient, de leur côté, obtenu l'acide alcool par saponification vraisemblablement en milieu aqueux.

Le dosage des doubles liaisons par l'acide perbenzoïque indique la présence

⁽¹⁾ *Bull. Inst. Pin*, 1930, p. 155.

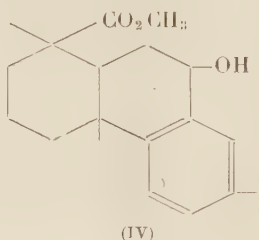
⁽²⁾ *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 1970.

d'une double liaison dans l'acide III. Le spectre ultra violet, $\lambda = 249 \text{ m}\mu$, $\varepsilon = 6700$, $\lambda = 255 \text{ m}\mu$, $\varepsilon = 7700$, $\lambda = 260 \text{ m}\mu$, $\varepsilon = 6500$ montre que la double liaison est conjuguée par rapport au noyau aromatique. L'hydrogénation conduit à l'acide déhydroabiétique. La fixation de HBr donne un dérivé 9-bromé (F 121°). L'oxydation permanganique conduit à l'anhydride d'un triacide dont nous poursuivons l'étude. Ces divers résultats sont bien en accord avec la formule III.



F 169-170°, (α)_D = + 3°, 2, (α)₇ = - 5° (chloroforme, $c = 4, 5$).

b. Pour le second acétate (II), la saponification ménagée nous conduit à un mono ester (IV) C₂₄H₃₀O₃; F 104°; [α]_D - 9°.



L'oxydation chromique, suivie d'une oximation et d'une saponification conduit à l'oxime de la cétone signalée par Miss Pratt ⁽³⁾ (déc. à 245°-250°).

Ajoutons que l'acétate II distillé sous vide conduit par cracking avec un rendement de 71 % (à partir de l'acide abiétique) à l'ester 9.10 éthylénique.

Cet ester non cristallisé $E_{15 \text{ mm}} = 236-237^\circ$, a été caractérisé :

- 1° Par passage au déhydroabiétate de méthyle par hydrogénation.
- 2° Par la formation d'un bromhydrate (F 116°).
- 3° Par l'obtention, par saponification complète, de l'acide éthylénique III (F 169°)

Ces faits démontrent bien l'identité de structure des acétates I et II.

Signalons aussi qu'en présence d'anhydride chromique à 90°, l'acide éthylénique II fixe l'acide acétique pour redonner l'acétate I.

Une étude détaillée sera publiée dans un autre périodique.

(3) *J. Amer. Chem. Soc.*, **73**, 1951, p. 3805.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Propriétés et constitution du paraminosalicylate d'isonicotylhydrazide*. Note de MM. **RAYMOND CHARONNAT** et **ANDRÉ BOIME**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'isonicotylhydrazide, qui peut se comporter comme un acide et plus souvent comme une base, donne des sels avec divers acides organiques; le composé formé avec l'acide paraminosalicylique est jaune; l'union s'effectue par l'intermédiaire de l'atome d'azote hétérocyclique.

L'isonicotylhydrazide et l'acide paraminosalicylique s'unissent molécule à molécule, en donnant une substance cristallisée (F_{inst} 174,5°), $C_{13}H_{14}O_4N_4$, qui frappe par sa couleur jaune, assez foncée pour les gros cristaux. La couleur de la combinaison nouvelle est d'autant plus surprenante que les constituants sont incolores, que la salification ne paraît pas devoir créer de groupement chromophore et que la moindre modification dans la formule des générateurs entraîne la disparition de la couleur et parfois même de la possibilité de combinaison.

Le paraminosalicylate d'isoniazide s'obtient facilement par dissolution de quantités équimoléculaires de l'hydrazide et de l'acide, en milieu hydroalcoolique chaud, suivie de refroidissement approprié ou d'évaporation. Il conserve son individualité au sein de l'eau où il est peu soluble; la solution aqueuse donne avec l'acide diazobenzènesulfonique une coloration sensiblement différente de celle fournie par l'acide paraminosalicylique. La substance jaune ne résulte donc pas d'une association, d'existence limitée à l'état cristallin, mais d'une addition chimique dont il convient de préciser la nature.

La substance est utilisable en thérapeutique; elle est bien tolérée, active *in vitro* et *in vivo* sur le bacille tuberculeux, propriétés qui feront l'objet d'une publication prochaine de l'un de nos collègues (M. Kourilsky).

L'acide paraminosalicylique fournit aussi des combinaisons équimoléculaires avec les isomères de l'isonicotylhydrazide; elles sont incolores (F_{inst} : celle du picolylhydrazide 93°, du nicotylhydrazide 156°).

L'isonicotylhydrazide se combine molécule à molécule à l'acide salicylique ou à l'acide paraminobenzoïque en donnant des combinaisons également incolores (F_{inst} respectivement : 146 et 129°).

Les acides suivants donnent des combinaisons cristallisées, incolores avec l'isoniazide : amino-2 benzoïque (104°), amino-3 benzoïque (127°), hydroxy-3 benzoïque, hydroxy-4 benzoïque, gentisique (183°), cholique, déhydrocholique, oxalique, sulfurique, phosphorique.

Par contre, nous n'avons pas réussi à isoler une combinaison avec les acides : acétylsalicylique, gallique, aminoacétique, thioglycolique, méthylarsinique.

En quel point de la molécule d'isonicotylhydrazide vient se fixer le groupement carboxyle : NH_2 hydrazinique ou azote pyridique ? Une combinaison entre le groupement aminé de l'acide paraminosalicylique et une forme acide de l'hydrazide $-\text{C}(\text{OH})=\text{N}-\text{NH}_2$ n'est pas à envisager car l'acide salicylique donne transitoirement une substance jaune en solution, précipitant en cristaux incolores.

De son constituant hydrazinique, le paraminosalicylate d'isonicotylhydrazide a conservé la très grande facilité de se combiner à l'acétone en formant une hydrazone, cristaux blancs, $F_{\text{inst}} 181^\circ$, sans rupture de la liaison entre l'acide et l'hydrazide; la même hydrazone peut être synthétisée en combinant au sein de l'alcool éthylique fort l'isonicotylhydrazone de l'acétone avec l'acide paraminosalicylique.

Si, au contraire, on bloque l'azote pyridique par fixation de l'iodure de méthyle, on forme un iodométhylate qui ne se combine plus à l'acide paraminosalicylique. Le chauffage au bain-marie à reflux du paraminosalicylate d'isonicotylhydrazide avec de l'iodure de méthyle et de l'alcool entraîne la scission du premier corps et la formation de l'iodométhylate de l'isonicotylhydrazide, cristaux jaunes, $F_{\text{inst}} 248^\circ$.

Tous ces faits ne sont explicables que par la liaison entre l'isonicotylhydrazide et la fonction carboxylée de l'acide paraminosalicylique établie sur l'azote pyridique. Le travail exposé dans une Note précédente ⁽¹⁾ permet de confirmer cette conclusion. Nous avons signalé l'effet bathochrome de l'addition de l'acide chlorhydrique ou de l'iodure de méthyle sur l'azote pyridique dans certaines hydrazones dérivées de l'isonicotylhydrazide.

L'isonicotylhydrazone du *p*-diméthylaminobenzaldéhyde, qui est jaune, se combine au sein de l'alcool avec l'acide paraminosalicylique en donnant une combinaison rouge orangé, cristallisée, $F_{\text{inst}} 159^\circ$; l'acide n'a pu trouver place que sur l'azote hétérocyclique; le même produit est obtenu lorsqu'on fait réagir le paraminosalicylate d'isonicotylhydrazide sur le *p*-diméthylaminobenzaldéhyde.

La couleur jaune du paraminosalicylate d'isonicotylhydrazide est donc due d'abord à la salification sur l'azote hétérocyclique; elle est liée, en outre, à la présence, en position stériquement favorable, du groupe $-\text{CO}-\text{NH}-\text{NH}_2$; en position 1 ou 2 celui-ci n'est plus en mesure de retentir sur la configuration électronique de l'azote pyridique salifié; sa transformation en groupe hydrazone $-\text{CO}-\text{NH}-\text{N}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$, comme nous l'avons dit, fait également cesser l'action favorable sur la couleur.

⁽¹⁾ R. CHARONNAT et A. BOIME, *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 2251.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des peroxydes organiques par polarographie.* Note (*) de M. MICHEL BERNARD, présentée par M. Eugène Darmais.

Quelques peroxydes organiques ont été étudiés polarographiquement par Dobrinskaya et Neumann ⁽¹⁾, Stern et Pollyak ⁽²⁾, Lewis et Quackenbush ⁽³⁾, et Th. de Vries ⁽⁴⁾, Willits ⁽⁵⁾.

Le présent exposé résume très brièvement les résultats expérimentaux obtenus sur la réduction polarographique des peroxydes organiques ou composés peroxygénés, les conséquences qui s'en dégagent du point de vue structural et quelques-unes des applications immédiates de la méthode polarographique qui a été mise en pratique pour l'étude des peroxydes organiques.

Étude de la réduction polarographique. — La réduction des peroxydes a été effectuée en milieu anhydre constitué par une solution 0,3 M LiCl dans benzène-méthanol (1 : 1). Dans ces conditions, tous les peroxydes étudiés étaient solubles et généralement réductibles à des potentiels variant entre 0 et -1 V (S. C. E.).

La réduction en milieu aqueux a été effectuée dans KCl *n*/10. Dans ce milieu, ces peroxydes étaient tous réductibles à des potentiels variant entre 0 et -1,1 V (S. C. E.). Quelques résultats sont rapportés ci-dessous :

Corps.	E 1/2 anhydre.	E 1/2 aqueux.
Persulfate d'ammonium	-0,0	+0,0
Acide peracétique	-0,0	+0,0
Peroxyde de benzoyle	-0,0	insoluble
» de dicyclopentadiène	-0,835	-0,0
» de pinène	-0,845	-0,0
» de dioxane	-0,875	-0,0
» de cyclohexanone	-0,92	-0,0
» d'hydrobutyle	-1,10	-0,32
» d'hydrogène	-1,06	-0,99

Étude structurale. — L'étude polarographique de ces peroxydes en milieu aqueux permet de différencier les peroxydes vrais (persulfates, peracides, etc.) doués de grande réductibilité, des hydroperoxydes polarographiquement plus stable. L'examen des potentiels de réduction (E 1/2) permettrait de classer les

(*) Séance du 8 juin 1953.

⁽¹⁾ *Acta physicochim. U. R. S. S.*, **10** (2), 1939, p. 297-306.

⁽²⁾ *Ibid.*, **11**, 1939, p. 797.

⁽³⁾ *J. Amer. Oil Chem.*, **26**, 1949, p. 53-57.

⁽⁴⁾ *Anal. Chem.*, **21**, 1949, p. 762-765.

⁽⁵⁾ *Ibid.*, **24**, 1952, p. 785.

peroxydes d'éthyléniques (peroxydes de pinène, de dicyclopentadiène, chaulmoogrique, oléique, etc.) parmi les premiers et l'eau oxygénée et les peroxydes symétriques (peroxydes de diéthyle, de *di-t*-butyle) parmi les seconds.

On peut d'ailleurs mettre en évidence, dans des conditions de pH bien déterminées, deux stades de réduction très voisins pour la première classe de peroxydes (*fig. 1*), alors que pour la seconde, on n'a pu obtenir qu'un seul stade dans des conditions très variées de milieu et de pH.

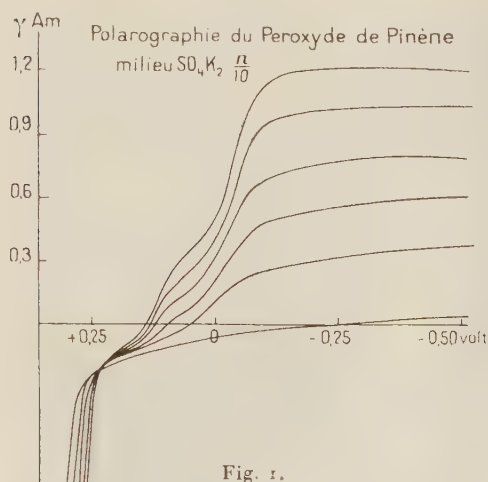


Fig. 1.

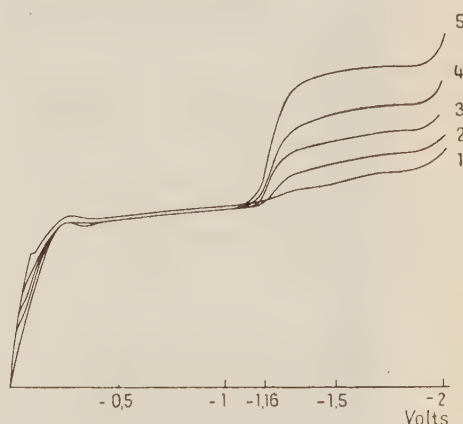
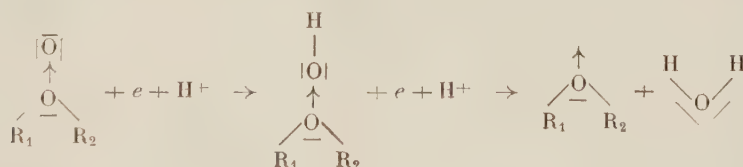


Fig. 2.

Comme dans le cas des persulfates et peracides minéraux ⁽⁶⁾, on pourrait admettre l'existence d'une liaison semi-polaire entre les atomes d'oxygène de tels peroxydes, qui se réduiraient selon le schème



Cette liaison est plus aisée à rompre que la liaison de covalence existant entre les atomes d'oxygène d'un hydroperoxyde $\text{R}-\overline{\text{O}}-\overline{\text{O}}-\text{H}$.

Ces résultats, confirment la structure déjà proposée par Paquot ⁽⁷⁾, Baranger et Maréchal ⁽⁸⁾ pour les peroxydes éthyléniques.

Applications. — La méthode polarographique a été appliquée avec succès à différents travaux sur les peroxydes organiques, parmi lesquels on peut citer :

— la recherche de plusieurs peroxydes présents simultanément en milieu

⁽⁶⁾ PASCAL, *Chimie générale*, 1949, p. 186.

⁽⁷⁾ Oléagineux, 1947, p. 15.

⁽⁸⁾ *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 661.

aqueux, par exemple : peroxyde de pinène, peroxyde d'hydrobutyle et eau oxygénée;

— le dosage de l'eau oxygénée dans les produits peroxydés, en particulier des solutions aqueuses de peroxydes éthyléniques (*fig. 2*);

— l'étude de la peroxydation des éthyléniques. Il a été possible, dans certains cas, de repérer le début de leur autoxydation, par exemple, lorsque l'éthylénique était réductible à l'électrode à goutte (exemple : citral).

Ces applications feront l'objet de développements ultérieurs.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la préparation et l'anisotropie chimique des monocristaux sphériques d'étain*. Note (*) de M. **GIAMPAOLO BOLOGNESI**, présentée par M. Albert Portevin.

Dans ce travail, nous avons étudié la préparation des monocristaux d'étain sphériques, à partir de l'état liquide par la méthode du gradient de température. Gwathmey ⁽¹⁾ a déjà préconisé l'emploi des cristaux

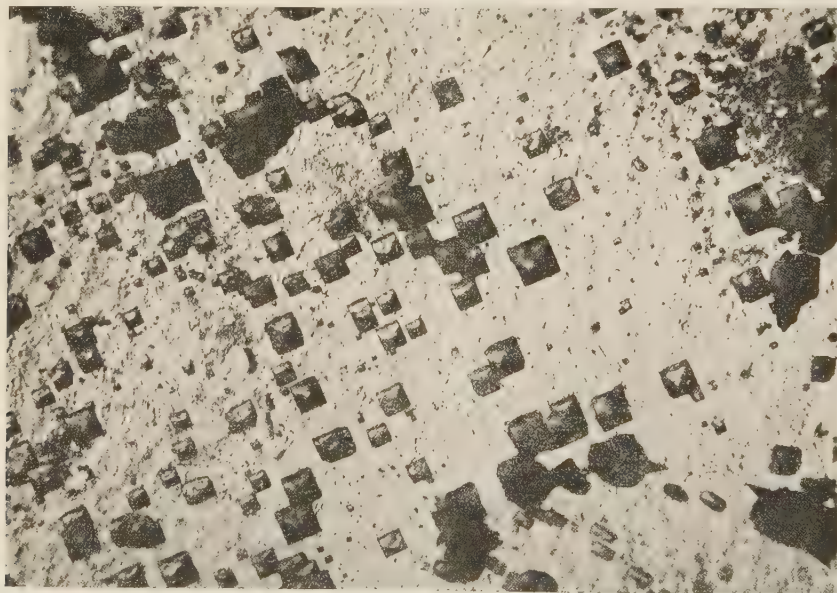


Fig. 1. — Orientation 001; attaque électrolytique par NO_3K . ($\times 250$.)

sphériques pour déterminer à l'aide d'une seule expérience, l'anisotropie d'un cristal vis-à-vis d'une certaine propriété. Dans le même but, nous avons préparé des monocristaux sphériques d'étain.

(*) Séance du 8 juin 1953.

(¹) GWATHMEY et LEIDHEISER, *Trans. Electrochem. Soc.*, **91**, 1947, p. 95.

Tout d'abord, il a été possible, grâce à ceux-ci, de vérifier d'une manière commode, les projections stéréographiques standards que nous avons calculées (projections sur les plans 001 et 100). A partir d'un monocristal sphérique, nos calculs se sont trouvés en bon accord avec nos déterminations, avec une précision supérieure à 2° , pour la plupart des plans. Le détail de ces mesures sera publié dans un autre Mémoire.

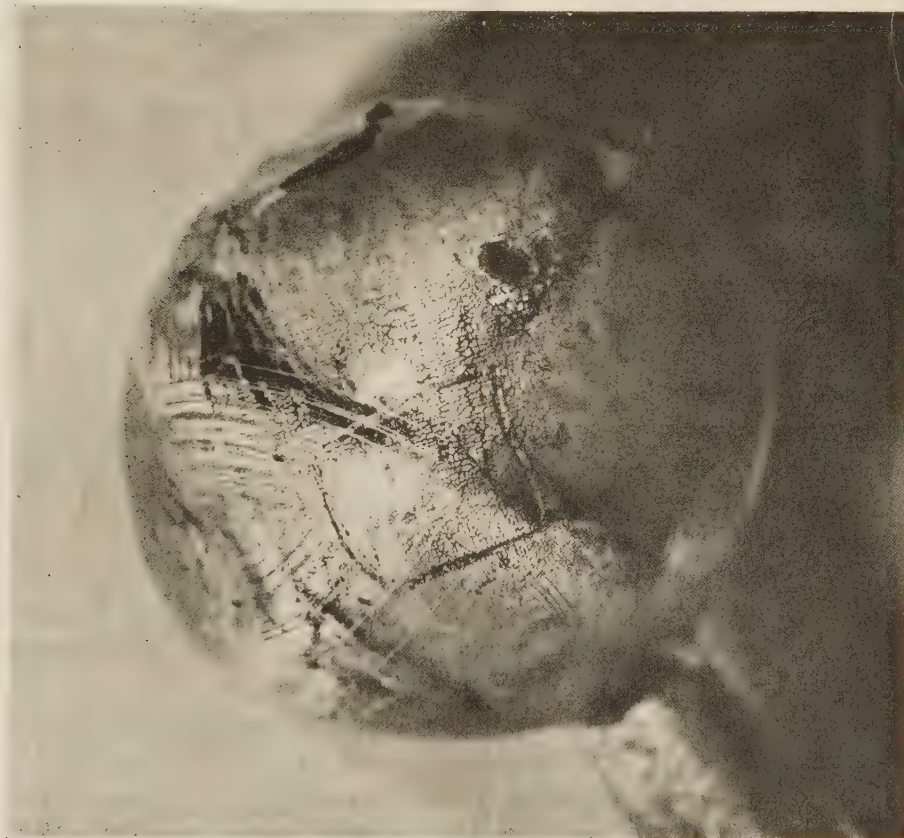


Fig. 2. — Monocristal sphérique; attaque aux trois acides. Le croisement de deux grands cercles correspond à un plan 001. ($\times 4$.)

Ce travail cristallographique préalable nous a permis de déterminer avec certitude l'orientation des monocristaux que nous avons préparés sous forme de plaquettes : généralement celles-ci possèdent des orientations comprises entre 110 et 100. Nous avons constaté qu'il est très difficile d'obtenir des plaquettes correspondant à une face 001.

Nous avons alors étudié l'anisotropie des cristaux sphériques vis-à-vis de l'attaque de certains réactifs métallographiques et en particulier nous avons étudié ainsi les réactifs qui mettent en évidence les figures de corrosion.

Certains réactifs sont plus ou moins spécifiques pour une certaine orientation. C'est par exemple l'attaque électrolytique par KNO_3 (*fig. 1*) qui met bien en évidence l'orientation 001. Au contraire, le réactif aux trois acides ⁽²⁾ donne des figures d'attaque pour une orientation quelconque; il est donc particulièrement à recommander pour l'attaque généralisée du cristal sphérique (*fig. 2*). Enfin, la méthode de polissage à l'acide perchlorique donne des résultats qui sont extrêmement variables avec la densité de courant; c'est un point que nous nous proposons de préciser.

GÉOLOGIE. — *Sur quelques roches éruptives du terrain houiller de la zone briançonnaise*. Note de M. **JEAN FABRE**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Les intrusions de roche éruptive dans le Carbonifère de la zone briançonnaise sont bien connues dans le Westphalien de la région de Briançon, où elles ont été décrites en particulier par P. Termier et récemment par R. Feys ⁽¹⁾. Ce sont des microdiorites, microsénites, microgranites et localement des diorites.

A. *Dans le Westphalien*, au Nord du Briançonnais proprement dit, en Maurienne, quelques rares filons étaient indiqués par la carte géologique au Sud de l'Arc. Le levé au 1/20 000^e de cette région m'a montré que ces intrusions sont nombreuses en Maurienne, en particulier au Sud de l'Arc où elles sont de deux types :

1° Les microdiorites franches, de type « briançonnais », abondantes au centre et à l'Ouest du bassin (crête séparant la vallée de Valmeinier de la vallée de Bissorte, Crey du Quart), souvent intactes et bien reconnaissables;

2° Les microdiorites de type « Bissorte », se présentant sous l'aspect de roches vert pâle à amandes blanches. Dans ces roches, souvent laminées, des plages de calcite, des éventails de prehnite, de petits cristaux d'épidote se sont développés aux dépens des plagioclases (déterminations contrôlées par M. le Professeur E. Raguin et M. Guitard). Ces roches se rencontrent dans la partie orientale du « bassin », en particulier dans la vallée de Bissorte (appui du barrage) et dans la galerie d'amenée d'eau de Fontaine Froide à Bissorte, entre la prise de Bonnenuit et le lac.

Les minéraux d'origine secondaire que l'on y trouve doivent être considérés comme des produits de la rétro-morphose alpine plutôt que d'un métamorphisme régional. Leur présence, dans ces roches, coïncide avec le développement de la schistosité.

⁽²⁾ P. LACOMBE et L. BEAUJARD, *Comptes rendus*, 219, 1944, p. 66.

⁽¹⁾ *Bull. Soc. Géol. Fr.* (5), 19, 1949, p. 435-438; (6), 2, 1952, p. 197-207 et *C. R. III^e Congrès Carbonifère*, Heerlen, 1951.

Au Nord de l'Arc des intrusions semblables viennent d'être découvertes par F. Ellenberger, Ch. Greber et moi-même, (Sud-Est de la Pointe Rénod, La Pra, Aiguille de Thorens. Cette dernière roche est écrasée et silicifiée. Il s'agit peut-être d'un tuf.)

En Tarentaise, j'en ai trouvé dans la vallée de l'Ormente : bien que la roche soit complètement écrasée, il est presque certain qu'il s'agit là encore d'un filon de la même famille que ceux du Briançonnais. Toutes ces intrusions se trouvent dans le houiller gris d'âge Westphalien.

B. *Dans les couches supérieures du Carbonifère*, à l'Est du bassin, d'importantes intrusions laccolitiques ont été étudiées par F. Ellenberger (« Stéphano-Permien ») et à l'Ouest, dans le Stéphano-Autunien à calcaires de la série de Roche-Château, M. Lemoine signale des tufs rhyolitiques ⁽²⁾. Or j'ai trouvé, dans l'anticlinal Permo-Carbonifère de la Valloirette ⁽³⁾ (à l'Ouest de la chaîne des Sétaz) un banc de 30 à 50 m de rhyolite et de tuf rhyolitique au milieu de couches bariolées (schistes verts et violets, calcaires blonds et violets, schistes, grès et conglomérats schisteux gris) du Stéphano-Autunien. Bien que la série soit laminée, je ne crois pas que les couches grises appartiennent au Houiller franc, mais à cette zone de passage du Houiller au Permien où les faciès gris alternent avec les faciès colorés ⁽⁴⁾. C'est là un produit d'épanchement, jusqu'alors inconnu, qui correspond probablement aux roches d'intrusion du Briançonnais. Il est peu probable que l'on ait là l'origine des galets de liparite du Verrucano briançonnais. Ces galets en effet sont pétrographiquement différents et sont surtout abondants au Sud dans le Briançonnais s. str. Cette rhyolite se trouve dans la série à calcaires qui a une extension plus grande qu'on ne le supposait.

Nous voyons ainsi qu'à la fin du Carbonifère et au Permien inférieur, dans le bassin briançonnais, se sont produites d'abondantes venues éruptives, de type « calcique » ⁽⁵⁾ : microdiorite, microgranites, se terminant par des venues franchement acides (rhyolites, galets de liparite du Verrucano, andésite de Guillestre) sous forme de coulées. Toutes ces venues éruptives sont certainement en relation avec des mouvements orogéniques, peut-être peu intenses, mais indubitables, phases tardives du cycle hercynien et dont nous voyons les traces dans la discordance du Verrucano sur le Houiller ⁽⁶⁾ et dans les conglomérats de « Piedmont » abondants sur le bord Est du bassin ⁽⁷⁾.

⁽²⁾ *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2468.

⁽³⁾ Est-Nord-Est de Plan Lacha : $x = 924$ à $923,8$; $y = 318,2$ à $318,5$; $z = 2500$ à 2550 .

⁽⁴⁾ *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, 3, 1952, p. 34-35.

⁽⁵⁾ F. TURNER et J. VERHOOGEN, *Igneous and metamorphic petrology*, 1951, chap. 4 et 10.

⁽⁶⁾ R. FEYS et CH. GREBER, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (5), 20, 1950, p. 231-237.

⁽⁷⁾ J. FABRE, *C. R. III^e Congrès Carbonifère*, Heerlen, 1951; R. FEYS, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (6), 2, 1952, p. 197-206.

A la base du terrain houiller, dans le massif du Ruitor ⁽⁸⁾, j'ai trouvé des prasinites interstratifiées, origine probable des galets d'épidote abondants dans les conglomérats qui les surmontent. Ces prasinites font-elles partie de ce cycle d'orogénèse et d'éruptions qui semble avoir duré pendant tout le Carbonifère et le Permien inférieur ? Il est encore trop tôt pour le dire. De toutes façons il semble bien que le *Permo-Carbonifère qui affleure actuellement dans la zone briançonnaise se soit déposé en bordure Ouest de cette zone de plissements « hercyniens », qui en alimentaient les dépôts.*

GÉOLOGIE. — *Le Jurassique dans le Nord de Madagascar.*

Note (*) de M. MAURICE COLLIGNON, transmise par M. Henri Besairie.

La présence du Jurassique supérieur dans le Nord de Madagascar soupçonnée par P. Lemoine dès 1906, reconnue par H. Besairie en 1936, a été précisée en 1951 par J. de Saint-Ours au cours de l'établissement de la carte provisoire de reconnaissance au 1/200 000 (Feuille de Diégo-Suarez).

Au Sud de la Vallée du Rodo (entre le massif crétacé de l'Analatamby et le massif calcaire à lapiaz de l'Analamera) à l'Est d'Andranomantsy, « une série marneuse assez puissante, préservée de l'érosion par un effondrement entre deux petites failles, et contenant à divers niveaux de riches faunes d'Ammonites » correspond à la partie la plus élevée du Jurassique moyen et à la base du Jurassique supérieur. L'étude provisoire de ces faunes m'a permis de faire les déterminations suivantes :

A. CÉPHALOPODES :

— Belemnitidæ : *Belemnopsis grantana* Opp. (Nb. exempl.).

— Nautiloidea : *Paracenoceras kumagunence* Waag. (3 ex.).

— Ammonoidea :

1° Phylloceratidæ : *Phylloceras Kudernatschi* v. Hauer (3 ex.), *P. semiplicatum* Spath (1 ex.), *Holcophylloceras mediterraneum* Neum (8 ex.), *Calliphylloceras disputabile* Zitt (10 ex.), *Ptychophylloceras flabellatum* Neum (1 ex.), *Ptychophylloceras* nov. sp. (15 ex.), *Partschiceras subobtusum* Kud. (2 ex.).

2° Lytoceratidæ : *Lytoceras* sp. (1 ex.) ; *Thysanolytoceras adeloides* Kud. (3 ex.).

3° Clydoniceratidæ : *Clydoniceras* sp. (1 ex.), *Micromphalites* (*Clydomphalites* sp. (1 ex.)).

4° Oppeliidæ : *Oppelia* (*Oxycerites*) *aspidoides* Opp. (1 ex.).

5° Tulitidæ : *Kheraiceris cosmopolita* Par. et Bon. (1 ex.).

6° Macrocephalitidæ : *Macrocephalites formosus* Sow. (7 ex.), *M. triangularis* Spath (17 ex.), *M. sakondriensis* Basse (1 ex.), *Indocephalites* aff. *sphæroidalis* Spath (3 ex.), *I. kherensis* Spath (3 ex.), *I. transitorius* Spath (5 ex.), *Pleurocephalites mævaranensis* BSR. (1 ex.), *P. Besairiei* Spath (5 ex.), *P. habyensis* Spath (6 ex.), *P. costumbilicatis*

(8) Sud-Est du Rif, Santa Margherita.

(*) Séance du 27 avril 1953.

Basse (6 ex.), *Kamptokephalites* aff. *lamellosus* Sow. (2 ex.), *Dolikephalites flexuosus*, Spath (1 ex.), D. nov. sp. (3 ex.).

7° Spiroceratidæ : *Strenoceras* *Epistrenoceras histricoides* Rollier (10 ex.).

8° Reineckeidæ : *Reineckeia* sp? (gros fragments de chambres d'habitation rappelant *R. paucicosta* Tornq. (3 ex.).

9° Proplanulitidæ : *Sivajiceras* sp. aff. *kleidos* Spath (5 ex.), S. sp. aff. *paramorphum* Waag. (1 ex.), S. nov. sp. (plusieurs espèces nouvelles : 15 ex.). *Hubertoceras madagascariense* Spath (1 ex.). *Kinkelinceras* sp? (1 ex.).

10° Perisphinctidæ *Gracilisphinctes* sp. nov. (deux espèces nouvelles très abondantes, de toutes tailles : nombreux exemplaires). *Siemiradzkia* aff. *bajociformis* Arkell (1 ex.). *Indosphinctes natwaris* Spath (2 ex.). *Choffatia* sp. aff. *subbakeriæ* d'Orb. (1 ex.). *Grossouvreia* cf. *bucharica* Nik. (1 ex.), *G. subtilis* Neum. (1 ex.), *G.* aff. *calloviensis* Loczy (2 ex.), *G. Kontkiewiczi* Siem. (1 ex.). *Subgrossouvreia gudjinsirensis* Waag. (1 ex.), S. nov. sp. (deux esp. nouv.)

B. LAMELLIBRANCHES : *Nucula* (*Palronucula*) *Blanfordi* Cox. (37 ex.), *Nuculoma* Blakei Cox (19 ex.). *Grammatodon* (*Indogrammatodon*) *virgatus* Sow. (1 ex.), Gr. nov. sp. *Modiolus* (*Inoperna*) *plicatus* Sow. (2 ex.). *Eligmus polytypus* Eud.-Desl. var. *elongata* Eud.-Desl. (1 ex.). *Chlamys* cf. *ambiguus* Munst. (1 ex.). *Plicatula peregrina* d'Orb. (6 ex.). *Lopha gregarea* Sow. (1 ex.). *Liostrea* (*Catinula*) *Stoliczkai* Cox. (1 ex.) *Pholadomya crassa* Ag. (2 ex.). *Ceromya concentrica* Sow. (2 ex.). *Cardium* (*Unicardium* nov. sp. (9 ex.).

A cette faune s'ajoutent de très rares *Gastropodes* mal conservés (*Trochidæ*) et de nombreux *Brachiopodes* parmi lesquels *Rhynchonella* (*Somalirhynchia*) *africana* Weir.

Stratigraphiquement, cette faune représente le Bathonien moyen et supérieur et peut-être même le Bathonien inférieur en raison de l'existence de *Strenoceras* (bancs marneux à fossiles pyriteux de très petite taille et à *Belemnopsis*). Le Bathonien supérieur à *Clydoniceras* et *Micromphalites* (rares), *Gracilisphinctes* (très nombreux et de toutes tailles) y est probablement complet avec une foule de *Macrocephalitidæ* et *Lamellibranches* de Cutch (bancs marno-calcaires à très grosses *Ammonites*). Le Callovien inférieur y est bien daté par les *Perisphinctidæ* nombreux, parmi lesquels prédomine *Sivajiceras*. Enfin, la présence de *Reineckeia*, *Kheraiceras*, *Hubertoceras* (couches rouges à grosses *Ammonites*) indique au moins la partie inférieure du Callovien moyen.

Le genre *Strenoceras* réputé exclusivement limité à la *Mésogée* européenne, est signalé à Madagascar, et plus généralement dans l'hémisphère austral, pour la première fois.

PALÉONTOLOGIE. — *Nouvelles observations sur le gisement de l'Aïn-Hanech près de Saint-Arnaud (Constantine)*. Note de M. CAMILLE ARAMBOURG, présentée par M. Charles Jacob.

En 1949, j'ai fait part à l'Académie de la découverte en Algérie (1), dans un gisement daté par sa faune mammalogique de l'époque villa-

(1) *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 66.

franchienne, de sphéroïdes calcaires polyédriques paraissant échapper à toute possibilité de façonnement par des actions naturelles et évoquant l'idée d'objets intentionnellement taillés.

Au cours de nouvelles recherches, je me suis assuré que les roches du Crétacé supérieur, qui ont fourni la matière première de ces sphéroïdes et dont les affleurements forment les anciennes rives du bassin lacustre où s'est formé le gisement, donnent par désagrégation sous l'action des agents naturels des fragments anguleux, parfois à tendances parallélépipédiques, mais jamais aucune forme pouvant évoquer celle des sphéroïdes. En outre, les dites roches ne renferment point de nodules ayant pu servir de noyau à ces mêmes objets, et d'ailleurs ceux-ci, sectionnés, ne montrent jamais de structures zonées comme celles qui correspondraient à un nodule. Enfin la grande majorité des sphéroïdes dont le total atteint maintenant, à la suite des fouilles effectuées au cours de ce printemps, plusieurs centaines pour un déblai de près d'un millier de mètres cubes montrent qu'à l'origine, il s'agit de galets parfaitement roulés, par transport aqueux vraisemblablement, et ultérieurement façonnés par l'enlèvement partiel d'éclats laissant presque toujours un « talon » réservé où le cortex du galet primitif demeure intact. De tels objets reproduisent à s'y méprendre ceux que l'on trouve associés dans les très vieux niveaux du Quaternaire de l'Afrique tropicale à des bifaces primitifs, ou encore les divers types de la « Pebble Culture » de ces mêmes régions.

Aussi l'opinion unanime et universelle des Préhistoriens et des Techniciens de la taille lithique qui ont examiné les sphéroïdes s'accorde-t-elle à les considérer comme l'œuvre indiscutable d'un être humanoïde.

Mais la dernière campagne de fouilles a démontré que, dans leur gisement, ces sphéroïdes n'étaient accompagnés d'aucun autre objet taillé et notamment qu'aucun biface primitif ne coexistait avec eux.

Stratigraphiquement et typologiquement, le site de l'Aïn Hanech est donc le plus ancien gisement de l'Hémisphère Nord, et peut-être du monde, ayant fourni des indices d'une humanité primitive. S'ajoutant aux découvertes de l'Afrique orientale et à celles de l'Afrique australe, il apporte un argument de plus en faveur de l'hypothèse de l'origine africaine de la lignée humaine, de même que le groupe des Primates auquel elle appartient s'est aussi développé dans son ensemble sur le continent africain.

SÉISMOLOGIE. — *Sur l'agitation microséismique à Port-Martin (Terre Adélie).*

Note de M. **BERTRAND IMBERT**, transmise par M. Charles Maurain.

Sans exclure l'existence de microséismes provoqués par la houle à la côte, les observations montrent qu'en Terre Adélie la majeure partie des microséismes est due à la houle au large, dont le maximum a généralement lieu sur l'arrière des dépressions.

A l'occasion des expéditions en Terre Adélie, une station sismologique a fonctionné à Port-Martin ($\varphi = 66^{\circ}49' \text{ S}$, $G = 141^{\circ}24' \text{ E}$) pendant les mois de juillet, août et septembre 1950 et du 1^{er} mars 1951 au 22 janvier 1952. Les enregistrements du sismographe vertical faux Wenner ($T = 7,6 \text{ s}$) ont permis de se faire une idée sur la variation annuelle de l'amplitude et de la période de l'agitation microsismique. Pour l'amplitude, on a relevé d'heure en heure l'amplitude maximum en $1/10^{\circ}$ de millimètre; pour la période, on a mesuré une fois par jour un train de 10 périodes dans la région d'amplitude maximum. Les mesures d'amplitude ont été réduites au mouvement vrai du sol, supposé sinusoïdal. Le sous-sol de la station étant du gneiss, les mesures représentent, sans autre transformation, les amplitudes « standard » de A. W. Lee ⁽¹⁾. Les résultats des moyennes mensuelles sont portés sur le tableau I.

TABLEAU I.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juil.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne annuelle.
Année 1951.													
$a(\mu)$..	—	—	6,3	3,1	3,6	4,2	4,3	4,1	7,2	2,1	2,5	2,3	3,9 6,0
T (s) ..	—	—	5,3	5,6	6,2	6,8	6,6	6,5	6,7	6,3	5,7	5,3	
Année 1952.													
$a(\mu)$..	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
T (s) ..	5,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

En ce qui concerne la variation annuelle des amplitudes, on peut remarquer qu'elle est très faible par rapport à celle des stations de l'hémisphère nord : la variation relative (rapport de l'amplitude totale de la variation annuelle au niveau moyen de l'agitation) est de 0,43 au lieu de 1,5 environ dans les stations tempérées de l'hémisphère nord ⁽²⁾. Par contre, la variation annuelle des périodes est du même ordre (Port-Martin $\Delta t = 0,8 \text{ s}$); mais, comme l'a fait remarquer P. Bernard, dans les deux cas les maxima sont inversés par rapport à ceux de l'hémisphère nord.

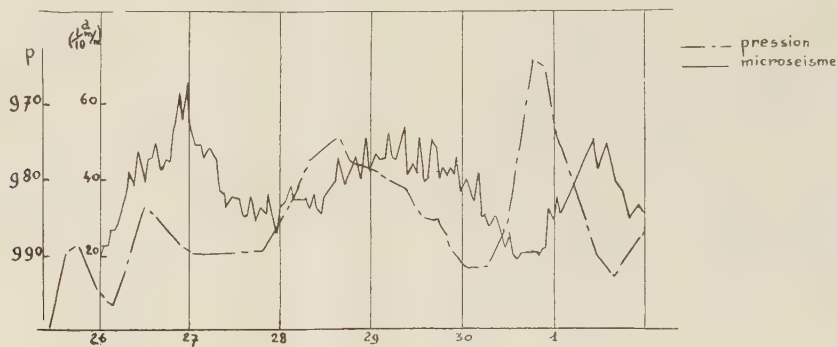
La côte du continent antarctique est protégée pendant la plus grande partie de l'année par une ceinture de glace de mer qui amortit pratiquement toutes les houles. La présence de la glace a été vérifiée pendant l'hiver 1951 par les traversées du Discovery II ⁽³⁾, et le long de la Terre Adélie par des raids hivernaux sur la glace de mer. L'intérêt particulier qu'offre cette situation est d'exclure, pendant les mois d'hiver, la génération des micro-

⁽¹⁾ *Geophys. Mem.*, 62, 1934, p. 1-33.

⁽²⁾ P. BERNARD, *Ann. Inst. Phys. du Globe*, Paris, 19, 1941, p. 1-77.

⁽³⁾ H. F. P. HERDMANN, *The Marine Obs.*, 22, n° 157, 1952, p. 152-155.

séismes par déferlement ou interférence de la houle à la côte. On est donc obligé d'admettre que, dans ce cas, le principe de génération des micro-séismes au large est opérant. La similitude des courbes de pression et d'agitation (*fig. 1*) a d'ailleurs permis de mieux localiser le phénomène. En effet,



Courbes de microséisme et de pression du 26 juin au 1^{er} juillet 1951.

cette similitude s'accompagne d'un retard moyen d'environ 8 heures du maximum d'agitation sur le passage des thalwegs, retard que l'on trouve également sur les enregistrements des îles Heard ($\varphi = 53^{\circ}01'S$, $G = 73^{\circ}23'E$) et Macquarie ($\varphi = 54^{\circ}30'S$, $G = 158^{\circ}57'E$) que nous avons étudiés (tableau II).

TABEAU II.

Station.	-15 h à - 6.	-5 à +5 h.	+ 6 à +15 h.	+16 à +25 h.	+26 à +35 h.	Retard moyen (en heures).	Total des cas.
Port-Martin	5	10	17	4	3	+ 8	39
Ile Macquarie	-	11	20	5	-	+ 8	36
Ile Heard	-	6	16	7	-	+10	29

Dans cette partie de l'Océan austral, les profondeurs sont peu variables, de l'ordre de 4 000 m; on ne peut leur attribuer de rôle dans le retard trouvé. Il semble également difficile d'invoquer une obliquité des fronts sur les méridiens, les stations se trouvant de part et d'autre de la trajectoire principale des dépressions qui se situe environ sur le 60° parallèle. Ce retard indiquerait donc que la zone principale d'excitation ne se situe pas au centre de la dépression mais en moyenne sur son arrière, après le passage du front froid. Les marins savent par expérience que les houles les plus creuses se trouvent dans la zone arrière gauche des dépressions (hémisphère sud) où les vents sont les plus violents et soufflent longtemps dans le même sens; dans notre cas ceci est confirmé par les observations météorologiques des baleiniers japonais au large de la Terre Adélie ⁽¹⁾.

(¹) S. KAWAMURA et al., *The oceanographical Mag.*, 2, 4, 1950, p. 149-180.

D'autre part l'explication théorique de ce retard a déjà été donnée en ce qui concerne la houle : en effet C. T. Suthons a montré ⁽⁵⁾ que lorsque la zone de fetch est mobile et se déplace à une vitesse supérieure à 0,65 Co (Co, vitesse de phase des lames engendrées), cas fréquent d'une dépression, le maximum de houle était laissé sur l'arrière du front du fetch. Enfin pour avoir une vérification expérimentale quantitative, nous avons utilisé les journaux de bord du navire météorologique qui occupe la station J ($\varphi = 52^{\circ}30'N$, $G = 20^{\circ}00'W$), au large de l'Irlande ⁽⁶⁾. Sur 32 dépressions étudiées pendant l'année 1951, le retard moyen du maximum de houle sur le passage du minimum barométrique est de 6,5 h, donc du même ordre de grandeur que le retard du maximum de l'agitation.

HYDROLOGIE. — *Adaptation à la mesure du débit des oueds nord-africains de la méthode colorimétrique au bichromate de sodium.* Note de M. ANTOINE A. GUNTZ, présentée par M. Louis Hackspill.

L'auteur propose d'ajouter du permanganate à l'échantillon dès le prélèvement pour prévenir la réduction du chromate.

M. Dodero ⁽¹⁾ a souligné l'utilité de la substitution du bichromate de sodium au chlorure de sodium pour la mesure, par voie chimique, du débit des cours d'eau.

Le dosage colorimétrique du chromate par la diphenylcarbazide est d'une sensibilité exceptionnelle; il permet l'évaluation suffisamment précise d'une teneur inférieure au gramme par mètre cube.

Les apports des nappes phréatiques habituellement salées en Algérie, rendent inapplicable la méthode au chlorure. Le Service des Études et Recherches de l'Électricité et Gaz d'Algérie s'est donc intéressé à la méthode Dodero et nous a demandé d'assurer la mise au point de leurs dosages colorimétriques.

Il apparut rapidement que la méthode Dodero appliquée sans retouches ne donnait pas de résultats convenables. La teneur en chromate d'échantillons prélevés par les soins de l'E.G.A. diminuait avec le temps.

Bichromate de sodium ajouté.....	1 mg/l.	2 mg/l.	10 mg/l.	10 mg/l.
Trouvé à la réception.....	0,83	1,77	9,72	9,83
Trouvé dix jours après.....	0,65	1,65	9,27	9,00

Au pH normal des eaux, le chromate n'est pas aisément réduit par

⁽⁵⁾ *Hydr. of.*, Memo, 135/45, London, 1945.

⁽⁶⁾ Voyages of weather ships, Air Ministry, London, 1951 (microfilm).

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1462.

les matières organiques, mais des microorganismes divers sont parfaitement susceptibles de le réduire en milieu neutre ou alcalin.

Les eaux d'oueds sont en général troubles, souvent boueuses ou vaseuses. Elles n'ont évidemment pas la pureté des eaux alpestres.

Pour rendre applicable à ces eaux d'oueds la méthode au chromate, j'ai pensé à stopper le processus de réduction biologique immédiatement après le prélèvement.

Le permanganate semblait tout indiqué. Il stérilise le milieu, il oxyde les matières réductrices susceptibles de réduire le chromate, il peut ramener à l'état de chromate le chrome éventuellement déjà réduit. Sa coloration intense permet le contrôle sur place des opérations.

Dans le cas d'eaux particulièrement vaseuses, la réduction du permanganate se continue pendant le transport des échantillons au laboratoire où ceux-ci arrivent décolorés, prêts à la mesure.

L'expérience nous a montré que dans ces échantillons décolorés la réduction du chromate était stoppée, confirmation du processus biologique de réduction.

Si l'échantillon est encore coloré, il est facile d'en éliminer le permanganate excédentaire par traitement à l'azoture de sodium : quelques milligrammes, en milieu acide, à l'ébullition, pendant 2 mn ou au bain-marie 30 mn. Le permanganate est réduit sans que le chromate soit touché et sans que soit gênée la réaction à la diphénylcarbazine (²).

Ainsi le traitement au permanganate n'entraîne que peu de modifications. Nécessaire pour les eaux d'oueds, il peut être utile dans tous les cas.

PHYSIQUE DE L'ATMOSPÈRE. — *Variation annuelle de l'épaisseur réduite et de la température moyenne de l'ozone atmosphérique en Afghanistan.* Note de M. **ABDUL KHALEK**, présentée par M. Pierre Lejay.

La variation annuelle de l'épaisseur réduite présente un double maximum qui met en évidence les invasions d'air d'origine tropicale. La température moyenne relativement élevée, en accord avec les résultats donnés par la propagation anormale du son, indique une répartition verticale particulière à cette région.

Nous avons photographié le spectre de la lumière solaire diffusée au zénith pendant 140 jours, échelonnés de décembre 1950 à décembre 1951 à Kaboul (latitude 34° Nord, altitude 1800 m) avec un spectrographe à optique de quartz; la mesure de l'épaisseur réduite et de la température moyenne de l'ozone a été faite en utilisant les longueurs d'ondes comprises entre 3135 et 3248 Å.

(²) E. B. SALTZMAN, *Anal. Chem.*, **24**, 1952, p. 1016-1020.

Le tableau suivant donne les moyennes mensuelles :

Mois.	Épaisseur réduite.	Température (° C).	Mois.	Épaisseur réduite.	Température (° C).
Janvier.....	0,295	2	Juillet.....	0,234	8
Février.....	0,280	11	Août.....	0,252	18
Mars.....	0,320	11,5	Septembre.....	0,259	7
Avril.....	0,318	10,5	Octobre.....	0,290	30
Mai.....	0,300	5	Novembre.....	0,265	5
Juin.....	0,240	20	Décembre.....	0,320	17

Les valeurs du mois de novembre sont moins bonnes car le nombre de mesures est plus faible en raison de la présence de nuages et, de plus, la variation d'un jour à l'autre est plus grande.

On peut faire les remarques suivantes :

1° L'épaisseur réduite de l'ozone varie d'un jour à l'autre et cette variation est très marquée du 15 février au 15 avril, ainsi que d'octobre à décembre; elle est plus faible pendant le reste de l'année. Ceci est en accord avec la variation saisonnière. En effet, nous avons trouvé deux maxima pour l'épaisseur réduite de l'ozone qui correspondent exactement aux deux saisons où la fluctuation est la plus grande. Le maximum de février-mars est plus important que celui d'octobre-novembre.

2° Pour les variations de la température moyenne de l'ozone, mis à part le réchauffement au milieu de la journée que nous avons signalé ⁽¹⁾, nous avons constaté qu'il y a des différences de 5 à 10° entre deux journées successives, quelquefois davantage, et cette fluctuation devient importante en hiver. Nous avons cependant calculé les moyennes mensuelles qui font apparaître une variation annuelle plus régulière. Les températures moyennes varient entre 10 et 20° C pendant l'été, et entre 0 et 10° C pendant les autres saisons. C'est dire que la température de l'ozone au-dessus de Kaboul est en général élevée.

Les faibles épaisseurs réduites des mois de juin, juillet et août sont liées aux températures élevées qui dominent pendant cette saison.

La température plus élevée pendant le mois d'octobre est sans doute due à un phénomène de circulation générale. En effet, Kaboul subit des invasions d'air sibérien et tropical. D'après les travaux de Krishna Rao ⁽²⁾ et Ramanathan ⁽³⁾, en été la transition entre l'air polaire et l'air tropical se place en Asie vers la latitude 40-45° Nord, c'est-à-dire que Kaboul se trouve dans l'air tropical, d'où la faible épaisseur observée; en hiver (décembre-janvier) cette transition se place vers 30° Nord, c'est-à-dire

(1) A. KHALEK et A. VASSY, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 737.

(2) *Ind. J. Meteo. Geophys.*, 3, 1952, p. 173.

(3) K. R. RAMANATHAN et K. P. RAMAKRISHNAN, *Ind. Met. Dep. Mem.*, 26, 1934.

que Kaboul se trouve sans doute dans l'air polaire qui donne de fortes épaisseurs; mais la période d'hiver est aussi celle du passage au Nord de l'Inde de puissantes perturbations venant de l'Ouest ⁽¹⁾; ces perturbations doivent affecter également la région de Kaboul et donnent l'importante fluctuation que nous avons notée dans l'épaisseur réduite et la température moyenne. Rappelons aussi que la mousson en été déplace le front intertropical ⁽²⁾ jusqu'au Nord de l'Inde, plaçant Kaboul dans une zone limite où les phénomènes sont complexes.

En l'absence de données météorologiques en Afghanistan, nous sommes réduits aux hypothèses: cependant, la variation annuelle de l'ozone à Kaboul nous paraît liée au déplacement du front polaire dans cette région du globe. Le maximum d'octobre, qui coïncide avec une température moyenne élevée, pose le problème de l'origine des masses d'air.

Quant aux températures trouvées, qui sont les plus élevées jusqu'ici observées grâce à l'ozone, nous devons noter que la répartition verticale aux basses latitudes ⁽³⁾ montre que l'ozone se trouve dans l'ensemble déplacé vers les altitudes élevées par rapport aux latitudes moyennes. Si nos résultats ne se concilient pas avec l'extrapolation des radio-sondages ⁽²⁾, ils sont par contre en excellent accord avec les températures calculées par Koteswaram ⁽⁴⁾ à partir d'expériences de propagation anormale du son. Or les radio-sondages sont faits au début de la nuit; les températures que nous donnons sont celles du milieu de la journée et nous avons montré ⁽¹⁾ l'existence d'une importante variation diurne de la température aux altitudes où règne l'ozone.

MÉTÉOROLOGIE. — *Le radiogoniosondage du vent par impulsion, sans répondeur.*

Note de M. JEAN LUGEON, présentée par M. Pierre Lejay.

En 1940, nous imaginions, le Docteur Guido Nobile et moi-même, le procédé dit « radiotéléométrique », qui donne la direction et la vitesse du vent en atmosphère libre par la mesure de la distance entre une radio-sonde et le récepteur au sol, l'azimut et l'altitude étant connus ⁽¹⁾, ⁽²⁾.

Pour cela, la radiosonde porte un récepteur captant une onde modulée de 10 m, dont l'oscillation de modulation de 6 kc est renvoyée au sol sur 3 m, l'interférence de modulation aller et retour produit sur le tube

⁽¹⁾ K. R. RAMANATHAN et R. N. KULKARNI, *Proc. Ind. Acad. Sc.*, 37, 1953, p. 321.

⁽²⁾ T. S. SAWYER, *Met. Rep. London*, 2, n° 10, 1951.

⁽³⁾ *Ind. J. Met. Geophys.*, 2, 1951, p. 101.

⁽¹⁾ J. LUGEON, *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, Bâle, 1941, p. 114-115.

⁽²⁾ J. LUGEON, *Annales de la Station Centrale Suisse de Météorologie*, 1941.

cathodique une ellipse de Lissajoux. Un bouton gradué en kilomètres donne la distance entre le ballon et le sol, en ramenant l'ellipse à une ligne droite. Ce procédé très simple et précis a l'inconvénient d'être coûteux dans un service journalier de radiosondages, vu le prix élevé du répondeur de la radiosonde.

Nous sommes maintenant parvenus à supprimer complètement le répondeur de la manière suivante :

Un émetteur au sol transmet, dirigées ou non, à une certaine cadence, des impulsions très courtes, comme dans un radar. Ces impulsions sont reçues directement par l'antenne de transmission de la radiosonde, qui travaille ainsi en antenne de réception.

Le transmetteur de la radiosonde est monté de façon à émettre, lui aussi, des impulsions courtes, dont la cadence est voisine de celle de l'émetteur au sol. Entre deux de ses impulsions consécutives, le transmetteur de la radiosonde est au repos, c'est-à-dire qu'il n'oscille plus, et, vers la fin de ce repos, il se met de lui-même à travailler en récepteur. C'est à ce moment-là qu'il reçoit le signal du sol, qui déclenche automatiquement sa prochaine impulsion. Ce déclenchement est facile à entretenir et à maintenir stable.

Le schéma du transmetteur de la radiosonde, qui remplit les dites fonctions, est celui d'un émetteur normal, dont il ne se différencie que par les valeurs de la résistance et du condensateur de grille. Ainsi, tout dispositif de réception du répondeur est effectivement supprimé.

La mesure de la distance entre le ballon et l'enregistreur au sol est obtenue, comme dans la méthode bien connue des échos, par la mesure sur le tube cathodique de l'intervalle de temps entre le départ du signal au sol et son retour, qui n'est autre que l'impulsion de la radiosonde.

En transmettant du sol des impulsions de très courte durée, de l'ordre de la microseconde, il est possible d'obtenir un déclenchement assez rapide des impulsions de la radiosonde, de telle sorte que la mesure de la distance n'est pas affectée par des retards irréguliers. La grande variation de température pendant le sondage, et la chute de tension des batteries d'alimentation influencent en général les caractéristiques des circuits haute fréquence de la radiosonde. Toutefois, ces effets peuvent être, et à tous instants, entièrement compensés depuis le sol, en rendant réglable la longueur d'onde de l'émetteur au sol, ainsi que la fréquence de répétition de ses impulsions. On évite ainsi tout dispositif d'autoréglage de la radiosonde en vol, et même son réglage au lâcher.

Les signaux de température, pression, humidité, sont donnés par la radiosonde comme dans le système chronographique ordinaire, en coupant la transmission pendant de petits intervalles de temps.

Cette nouvelle technique, dûment éprouvée sur diverses longueurs

d'onde à la Station aérologique fédérale de Payerne, est en principe adaptable à la plupart des types de radiosondes. Elle supprime les méthodes de triangulation par recoupements, le radiothéodolite, ou le radar proprement dit, et permet une détermination plus précise des vents forts dans les hautes altitudes et surtout à grande distance.

Pour la distinguer des autres systèmes, nous donnons à la nouvelle radiosonde le nom d'« échosonde »; d'où l'on dira « échosondage du vent ».

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la nutrition glucosée sur la formation de tanin dans les prothalles de Filicinées.* Note (*) de M^{me} SUZANNE LAURENT, présentée par M. Roger Heim.

Nous avons, à l'occasion d'expériences antérieures ⁽¹⁾, constaté que la teneur en tanin des prothalles de Filicinées croît depuis la germination jusqu'au prothalle adulte. L'observation de colonies prothalliennes obtenues en culture pure et continuant à proliférer montre que les tanoïdes se forment abondamment dans les cellules de l'échancrure prothallienne, en voie d'active division. La teneur décroît ensuite au cours du vieillissement des cellules, d'où la très faible quantité de tanin contenue dans la région postérieure du prothalle.

On a souvent constaté une relation entre glucides et tanin. Nous avons tenté d'en vérifier l'existence chez les prothalles. Par la méthode de culture aseptique, nous avons étudié l'action sur la teneur en tanin de milieux de plus en plus concentrés en glucose.

Des prothalles d'une espèce qui sera précisée ultérieurement ont été cultivés dans du Knop seul ou additionné de 1 à 5 % de glucose. L'immersion assure un ravitaillement homogène en substances nutritives. Deux séries parallèles d'expériences ont été entreprises, l'une à la lumière, l'autre à l'obscurité. Au bout de deux mois, des prothalles prélevés sur chacune des cultures ont été fixés par le Regaud qui renferme du $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$, réactif des tanoïdes.

L'observation de ces prothalles a montré de sensibles variations de croissance avec la teneur en glucose du milieu. Les prothalles cultivés sur Knop glucosé à 1 % présentent la plus grande surface. Dans le Knop glucosé à 5 %, ils tendent à former une languette longue et étroite. Les différentes régions du prothalle : échancrure, coussinet, ailes, sont reconnaissables.

Dans les trois séries de prothalles, la répartition du tanin, mis en évidence par le bichromate, est identique : très dense dans la région de prolifé-

(*) Séance du 8 juin 1953.

(1) S. LAURENT, *Rev. gén. Bot.*, 59, 1952, p. 265.

ration, le précipité est encore important dans la lisière prothallienne, pour devenir beaucoup plus léger dans le coussinet. Mais la densité du précipité contenu dans ces différentes régions augmente avec la concentration glucidique du milieu. Les photographies ci-dessous, réalisées au même grossissement ($\times 20$), représentent trois prothalles cultivés à la lumière, dans les trois milieux. Celui qui s'est développé dans le Knop



Fig. 1. — Prothalle cultivé dans le Knop.

Fig. 2. — Prothalle cultivé dans le Knop glucosé à 1 %.

Fig. 3. — Prothalle cultivé dans le Knop glucosé à 5 %.

seul présente une région de prolifération et une lisière assez sombres, le coussinet restant clair (*fig. 1*). Chez le prothalle cultivé sur Knop glucosé à 1 %, le précipité de tanin obscurcit entièrement le « méristème », une large bordure, et apparaît dans le coussinet (*fig. 2*). Enfin, dans le milieu glucosé à 5 % (*fig. 3*), le précipité opacifie le prothalle entier. Les mêmes constatations ont été faites sur la série de prothalles cultivée à l'obscurité. Mais comme les différences étaient trop peu marquées pour apparaître nettement sur les photographies, nous avons préféré en faire une étude quantitative précisant les constatations précédentes.

Les cultures ont été étalées et séchées dans du papier filtre. L'extraction a été réalisée par trois épuisements successifs de 30 mn à l'eau distillée, à 100°, en atmosphère saturée de vapeur d'eau, ce qui entrave l'oxydation du tanin. Le dosage a été effectué par la méthode de Michel-Durand ⁽²⁾ : précipitation du tanin par l'acétate de zinc ammoniacal, lavage puis dissolution du précipité par SO_3H_2 ; enfin dosage par MnO_2K à 1 ‰.

Les résultats confirment les indications tirées de l'examen direct.

Voici, par exemple, les nombres fournis par une expérience ayant duré 75 jours.

(²) *Rev. gén. Bot.*, 40, 1928; 41, 1929.

Milieu.	Matière fraîche pour 24 tubes (g).	MnO ₄ K pour 100 g. de matière fraîche (cm ³).
Lumière Knop.....	1,24	379,9
» Knop + glucose 1 %.....	3,55	822,9
» Knop + glucose 5 %.....	2,68	962,7
Obscurité Knop.....	0,627	317,8
» Knop + glucose 1 %.....	3,940	1004,6
» Knop + glucose 5 %.....	0,755	2431,1

Les résultats sont exprimés en centimètres cubes de MnO₄K, faute de connaître l'équivalent pondéral du MnO₄K en tanin de fougère, celui-ci n'ayant pas été isolé.

L'action de la concentration en glucose du milieu sur la concentration en tanin des prothalles est nette, aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité, mais elle est plus marquée en l'absence de lumière. Deux explications peuvent en être données : la photosynthèse, à la lumière, tend à uniformiser les résultats par formation de glucides dans les trois séries de cultures. Mais il est possible aussi que la forte concentration de tanin à l'obscurité traduise un métabolisme anormal aboutissant à l'accumulation de déchets.

L'enrichissement en tanin n'est pas lié à l'activité de la croissance. En effet, celle-ci, très importante dans le Knop glucosé à 1 %, diminue dans le Knop glucosé à 5 %, alors que la teneur en tanin continue à croître.

Les expériences précédentes montrent un rapport entre concentration glucidique du milieu et concentration en tanoïdes des prothalles. Elles fournissent un argument en faveur de l'origine glucidique du tanin, hypothèse souvent émise. Elles seront complétées et précisées par des recherches en cours.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude du renversement du sens d'enroulement de la spirale dans la paroi secondaire de la fibre du coton.* Note de M. **JEAN JACQUEMART**, présentée par M. Roger Heim.

Suivant le développement atteint sur la plante par les poils des graines du cotonnier, les fibres obtenues à la récolte présentent des aptitudes textiles différentes. En étudiant les diverses méthodes qui permettent de classer la production brute suivant le degré de maturité des fibres, nous avons été amené à déduire des observations faites, quelques considérations de structure.

La paroi secondaire de la fibre de coton est composée de couches successives faites de paquets de fibrilles ou micelles de cellulose. Ces micelles sont disposées angulairement par rapport à l'axe de la fibre et on distingue le long des couches un mouvement en spirale, dont le sens d'enrou-

lement peut s'inverser ⁽¹⁾. L'architecture de la fibre se ramène donc à une série de tubes concentriques, limitée extérieurement par une couche pectino-cireuse et intérieurement par la paroi cytoplasmique qui forme le lumen.

A l'éclatement de la capsule, il se produit un tassement par desséchage rapide de la masse fibreuse; le lumen prenant une forme très aplatie, la fibre se présente sous sa forme caractéristique de ruban vrillé ⁽²⁾. Suivant l'épaisseur du dépôt cellulosique, les fibres offrent des qualités textiles très différentes et l'une des méthodes qui permettent d'opérer le classement des fibres suivant la maturité consiste en un examen microscopique en lumière polarisée ⁽³⁾.

Les examens systématiques pratiqués dans ces conditions nous ont montré de fréquentes franges d'extinction séparant des régions de biréfringences différentes, lorsque la fibre a son axe parallèle à l'un des plans de vibrations des polaroïdes croisés ⁽⁴⁾. Nous allons donner ici l'explication de ce phénomène.

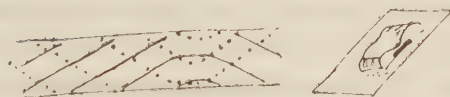
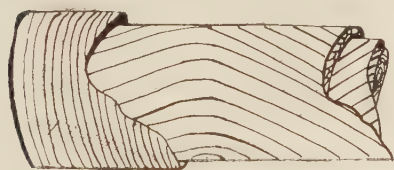


Fig. 1.

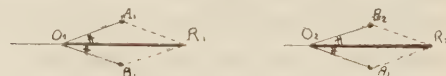
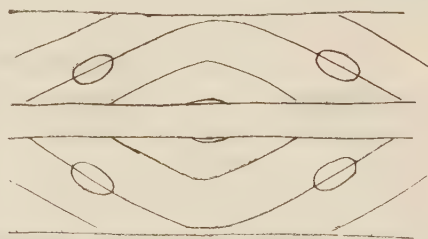


Fig. 2.

Le cristal de cellulose est un cristal optiquement biaxe, mais les indices principaux perpendiculaires à l'axe sont très voisins ⁽⁵⁾, aussi nous considérons l'ellipsoïde des indices, associé aux micelles, comme étant de révolution et nous définissons pour la fibre deux indices principaux n_{\parallel} et n_{\perp} . Isolons une couche présentant un renversement du sens d'enroulement de la spirale, nous avons alors superposition d'une spirale gauche et d'une spirale droite de part et d'autre du renversement (fig. 1). La composition des ellipses, sections de l'ellipsoïde des indices par le plan des demi-couches

⁽¹⁾ BERKLEY, *Textile Research Journal*, 19, 6, 1949, p. 363.

⁽²⁾ ROEHRICH, *Coton et Fibres Tropicales*, 2, 11, 1948, p. 37 et 2, III, 1949, p. 81.

⁽³⁾ SCHWARTZ et SHAPIRO, *Rayon Textile Monthly*, 19, 1938, p. 371, 421, 480, 570.

⁽⁴⁾ HOCK, RAMSAY et HARRIS, *Research Paper* n° 1339, *J. R. N. B. S.*, 26, 1941.

⁽⁵⁾ FREY-WISSLING, *Die Stoffausscheidung der höheren Pflanzen*, Berlin, 1935, p. 30.

superposées donne l'ellipse caractéristique de la traversée de la fibre. La spirale initiale étant caractérisée par un angle A , nous avons à considérer les cas suivants :

1. La spirale se rétablit en faisant un angle B égal à A . La composition des ellipses nous donne de part et d'autre la même résultante égale et des teintes d'interférences identiques caractérisent des biréfringences égales (*fig. 2*).

2 *a*. La spirale se rétablit en faisant un angle B différent de A . La même composition fait apparaître des résultantes inégales. Des teintes différentes caractérisent des biréfringences différentes (*fig. 3*).

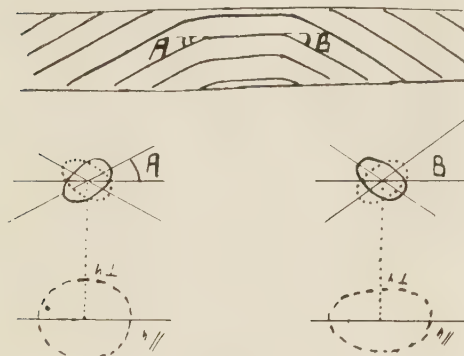


Fig. 3.

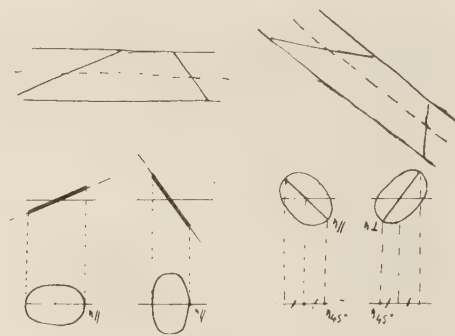


Fig. 4.

2 *b*. Si l'angle A est voisin et inférieur à 45° , il suffit d'une faible variation pour que l'angle B soit voisin et supérieur à 45° . En ce cas, les ellipses caractéristiques voient s'échanger le rôle des axes et les teintes observées sont équidistantes du pourpre d'ordre 1 dans l'échelle de Newton. Si la fibre est orientée à 45° des plans de vibrations, les différences de biréfringences doivent disparaître (*fig. 4*).

La mesure des indices suivant la méthode de Becke a permis de montrer des variations symétriques de n_{\parallel} et de n_{\perp} de part et d'autre du renversement. Sur le coton Ishan (Togo, récolte I.R.C.T., 1951) nous avons $n_{\parallel} = 1,5773$ et $n_{\perp} = 1,5287$. Dans le cas correspondant à 2 *b*, nous trouvons $\Delta n_{\parallel} = 0,0085$ et $\Delta n_{\perp} = 0,0082$ alors que par l'échelle des teintes de Newton, nous obtenons $\Delta n = 0,0090$.

Conclusion. — Les mesures et les observations ont permis de vérifier l'hypothèse précédemment exposée. Le phénomène n'est pas caractéristique du plant, puisque d'une même capsule, nous obtenons des spécimens qui présentent jusqu'à 30 extinctions au centimètre, alors que d'autres n'en présentent pas. Le phénomène doit trouver son origine dans la capsule même, à l'occasion du tassement des couches et du vrillage, lors du dessèchement de la masse fibreuse.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur le mécanisme de l'action inhibitrice exercée par des doses élevées d'auxine*. Note de M. FRANÇOIS NYSTERAKIS, présentée par M. Raoul Combes.

On peut renverser l'inhibition de la croissance de *Nectria galligena* due à l'acide indol- β -acétique par l'extrait de coton cardé; ce renversement est du type compétitif. L'auxine agirait suivant sa concentration dans deux mécanismes distincts déterminant deux réactions opposées, l'une conduisant à l'accélération de la croissance, l'autre à l'inhibition.

Les substances inhibitrices dénommées antiauxines, étudiées jusqu'à ce jour, diminuent l'action accélératrice provoquée par des doses physiologiques d'auxine. L'interaction établie serait du type compétitif : Veldstra et Havinga (1943-1945), Larsen (1947), Skoog, Schneider et Malan (1942), Van Overbeek, Blondeau et Horne (1951), ... J'ai signalé ⁽¹⁾ que l'inhibition de la croissance de *N. galligena* provoquée par l'auxine était renversée par l'extrait hydrosoluble de coton cardé. La substance active de l'extrait rétablit donc les activités vitales inhibées par l'auxine, et à ce titre, répondrait mieux au terme antiauxine.

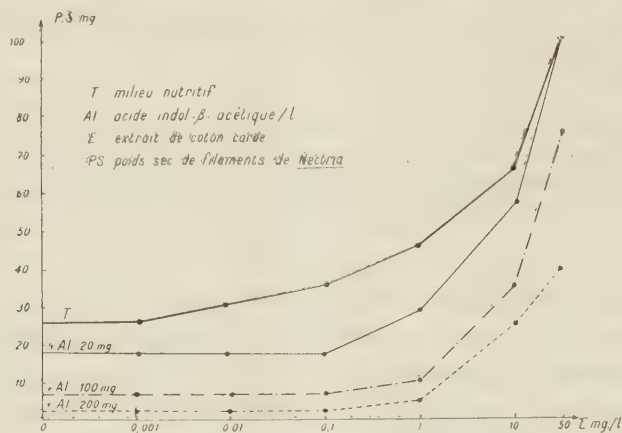
D'autres investigations m'ont prouvé que l'auxine seule, et jusqu'à la dose de 100 γ /l, accélère la croissance du champignon; des doses plus fortes l'inhibent. Ces faits sont conformes aux conclusions de M^{lle} Berduco (1949). L'inhibition due à l'auxine est réversible après élimination de l'acide du milieu de culture. Ceci prouve que l'inhibition du test choisi présente les caractéristiques de celle déterminée par l'auxine sur les racines et les bourgeons des végétaux traités par une dose convenable.

Dans un milieu nutritif ⁽¹⁾ contenant 0 à 200 mg/l d'acide indol- β -acétique, j'ai ajouté 0 à 50 cm³ d'une décoction de coton cardé à 1 ‰ de matière sèche. La correction des volumes a été effectuée en ajoutant de l'eau et pour le pH, du KOH. Les milieux ont étéensemencés comme précédemment ⁽¹⁾ par *N. galligena* le 18 décembre 1951. Les 560 cultures ont été gardées dans une chambre conditionnée obscure à 25° C et à une humidité de 95 %. La figure montre la croissance de *N. galligena* 30 jours après l'ensemencement.

On admet généralement que l'accélération et l'inhibition de la croissance constituent des réponses quantitatives aux concentrations d'auxine, cette dernière étant considérée comme co-enzyme. Le fait que l'inhibition de la croissance de *N. galligena* provoquée par 200 mg d'auxine est annulée par 10 mg d'extrait brut (donc par une substance active probablement de l'ordre de quelques dizaines de γ) ne semble pas être en accord avec

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 124.

ce concept. En outre, pour obtenir un poids donné de matière sèche de filaments, le rapport auxine/extrait est constant (voir tableau). Ceci est



vrai non seulement dans le cas du renversement de l'inhibition proprement dite (obtention des P. S. du témoin : 25 mg), mais dans une large mesure pour une valeur supérieure : 40 mg.

Pour obtenir 25 mg de poids sec			Pour obtenir 40 mg de poids sec		
auxine (mg/l)	extrait (mg/l)	constante (mg/l)	auxine (mg/l)	extrait (mg/l)	constante (mg/l)
(a).	(b).	(a)/(b).	(a).	(b).	(a)/(b).
20	1	20	20	5	4
100	5	20	100	20-25	4-5
200	10	20	200	50	4

La constante montre qu'on est en présence d'un antagonisme par compétition, comme dans le cas de certains sulfamides et vitamines.

Par ailleurs, l'extrait *brut*, principalement lorsque sa dose ne dépasse pas 10 mg/l, fournit une substance auxogène; *N. galligena* synthétiserait alors partiellement cette substance, à partir du milieu, à la dose optima pour sa croissance. Lorsque la dose d'extrait dépasse 10 mg/l, l'action synergique d'autres substances favorables à la croissance du champignon est décelable.

Origine du coton, mode d'obtention de l'extrait, dissolvant, corps adsorbants, température de dessiccation, différents précipités, modifient l'action auxogène de l'extrait. Son action antiauxinique est modifiée dans le même sens par les mêmes facteurs. Ce fait et l'allure générale des courbes corroborent l'hypothèse hautement vraisemblable de l'identité des substances auxogène et antiauxinique de l'extrait. La composition complexe de l'extrait et la sensibilité limitée du test employé rendent toutefois difficile une démonstration expérimentale exempte d'objections. Seul l'isolement à l'état pur de l'antiauxine de l'extrait permettra d'y répondre avec certitude.

A la suite des données ci-dessus, je pense donc que l'auxine à des doses très faibles agirait comme un métabolite contribuant à l'accélération de la croissance (par exemple co-enzyme respiratoire), à des doses plus élevées, comme antimétabolite : ses molécules en excès inhiberaient par compétition le fonctionnement normal d'un facteur limitant de la croissance, vitamine ou autre métabolite.

Le mécanisme étudié pourrait peut-être fournir une explication acceptable de certains types d'inhibition corrélative et rapprocherait les vues de ceux qui croient ou ne croient pas à l'intervention de l'auxine dans les corrélations. Mais je reviendrai ultérieurement avec plus de détails sur ces questions.

PÉDOLOGIE. — *Observations sur les sous-sols marmorôïdes de certains sols de limons.* Note de M. **GEORGES PLAISANCE**, présentée par M. Albert Demolon.

Les sous-sols de limons siliceux compacts montrent, en coupes verticales, des traînées grises ou blanchâtres attribuées généralement aux racines. En réalité, il existe un réseau privilégié de circulation des eaux (circulation d'ailleurs excessivement faible), dû principalement à la fracturation par dessiccation, qui a pour conséquence une imprégnation aqueuse partielle et une déferrisation.

Les horizons inférieurs des sols de limons siliceux présentent souvent des veines claires qu'on attribue aux racines. Cette explication est satisfaisante lorsque les traînées ont une forme cylindrique. Elle s'applique également, en forêt de Chaux (Jura), aux horizons médians, réticulés, dans lesquels les galeries de lombrics et les canaux de racines subhorizontales, chemins naturels pour l'eau, sont l'objet de phénomènes de réduction chimique. Mais dans cette forêt, et dans bien d'autres sols analogues, on observe dans les horizons profonds (0,50 à 4 m) un dispositif différent : les veines blanchâtres affectent dans l'espace la forme de *surfaces gauches*, qui délimitent des polyèdres, parfois des prismes; les *polygones* sont bien visibles en section horizontale; les lames décolorées sont plus rares en profondeur; on y trouve souvent, mais non toujours, de peu nombreuses et minuscules racines, sinueuses, qui sont limitées aux lames séparant les polyèdres, et qui ne pénètrent aucunement dans les parties ocrees ou rougeâtres.

TABLEAU I.

Analyse mécanique (École Nationale Eaux et Forêts, Duchaufour).

	pH.	Sable		Limon.	Argile		Matière organique.
		gros.	fin.		1-2 μ .	<1 μ .	
à — 100 cm :							
Fraction ocre.....	5,7	1,5	25,3	42,5	8,5	19	1,4
» blanchâtre.....	5,5	1,0	31,6	33,8	4	27,5	0,4

Il s'agit donc bien d'un même matériau présentant deux teintes différentes.

TABLEAU II.

Analyse chimique (Station Agronomique, Dijon, Mathieu).

	N. (^o /100).	P ₂ O ₅ acide citrique (^o /100).	K ₂ O Schlœsing de Sigmond (^o /100).		Fe (ac. oxalique) (%).		Fe (%).	Mn (%).	Ca éch. m. e. (%).
à 100 cm :									
Fraction ocre.....	0,07	0,005	0,049						
» blanchâtre.....	0,05	0,005	0,031						
	(sols excessivement pauvres)								
à 60 cm :				à 100 cm :					
Fraction ocre.....	2,92			Fraction ocre.....			1,85	0,039	2,0
» blanchâtre...	0,27			» blanchâtre...			0,50	0,030	2,8
à 130 cm :									
Fraction ocre.....	2,40								
» blanchâtre...	0,20								

TABLEAU III.

Propriétés.

	Humidité.	Teneur en eau après remontée capillaire de 20 cm		Germination de trèfle.	
		en bas du tube.	en haut du tube.	Commencée après	Terminée après
1. Fraction ocre.....	15 %	33 %	47 %	9 jours	12 jours
2. » blanchâtre.....	20	33	52	3	6

Des semis de lupin se sont bien mieux développés sur la fraction blanchâtre que sur l'ocre. L'explication semble être la suivante : la masse ocre extrêmement *dure* du sous-sol est *pratiquement imperméable*; d'où présence d'une « *table d'eau* » *perchée, intermittente*, en saison pluvieuse, d'épaisseur variable, mais de plancher fixe, vers le niveau 50 cm. Des dessiccations ont déterminé de minces fentes qui sont la seule issue possible pour l'eau chargée de matières humiques : au voisinage des parois il y a réduction des sels de Fe et Mn, qui sont entraînés dans des complexes; ils se déposent ensuite : soit dans la fraction ocre de la roche mère, en arrière des lames blanchâtres, soit, plus haut, après remontée capillaire, sous forme de concrétions, ou sont entraînés (mais en très faible proportion) en profondeur par le chemin des fentes les plus longues. En tout cas, la décoloration locale est due, plus qu'à changement de forme chimique du Fe,

à un *appauvrissement* en cet élément (dans le rapport 12 à 1). Les racines trouvent *exclusivement* dans les fentes le milieu suffisamment humide et riche en matière organique dont elles ont besoin; elles y végètent d'ailleurs misérablement; celles qui meurent contribuent à améliorer, de façon étroitement locale, le milieu; elles l'enrichissent en colloïdes organiques hydrophiles et elles laissent un minuscule conduit. Elles favorisent ainsi la venue de celles qui leur succèdent : le réseau une fois créé tend de lui-même à se stabiliser. Il est possible que de nouvelles fragmentations se produisent de préférence à l'extrémité des racines (limite des parties humidifiées au contact de la masse sèche); mais les parties blanchâtres n'ont pas une forme cylindrique; leur dimension est beaucoup plus grande que celle des très petites racines qui s'y trouvent; il ne peut y avoir d'autre raison que la présence de fissures, c'est-à-dire de zones de moindre résistance, pour que les racines se disposent sur une surface à deux dimensions; d'ailleurs, l'écartement des lames est plus grand en profondeur (effet de l'évaporation moins sensible); enfin, il y en a qui sont dépourvus de racines : la présence de celles-ci dans l'ensemble est donc bien plutôt une *conséquence* qu'une cause.

Il est possible que certaines des fissures aient pris naissance sous climats périglaciaires avec pergélisols et sous l'influence de la végétation acidifiante des toundras, ou lors de phases lacustres; mais, depuis, par ses acides humiques, la forêt a dû accroître l'intensité de cette gleyification partielle réduite aux fentes. Il est probable que le phénomène se poursuit par l'épaississement, très lent, des lames décolorées, tendant ainsi vers une gleyification plus complète du sous-sol. Mais, il ne faut pas considérer ces parties décolorées comme spécialement stériles ou toxiques (ceci est confirmé par les analyses microbiologiques).

PHYSIOLOGIE. — *L'hypothermie et la toxicité du gaz carbonique*. Note de M. JEAN GIAJA et M^{lle} LEPOSAVA MARKOVIĆ, présentée par M. Paul Portier.

Dans le confinement en milieu suroxygéné, si l'on empêche le refroidissement du sujet par une température de 32-34°, la concentration léthale du gaz carbonique est, pour le Rat, de 50% environ, tandis qu'elle n'est que de 25% lorsque le confinement a lieu à 15° et que l'hypothermie apparaît au cours du confinement. L'hypothermie, qui augmente la résistance à l'hypoxie, est désavantageuse dans l'intoxication carbonique.

La mort par confinement en milieu suroxygéné est due à l'accumulation du gaz carbonique exhalé par le sujet, puisqu'au moment de la mort l'atmosphère est encore plus riche en oxygène que l'air normal. Lorsqu'on suit dans ces conditions de confinement la consommation d'oxygène, on ne constate d'abord aucune modification de l'intensité respiratoire; puis au bout d'un certain temps, dont la longueur dépend, entre autres, du

volume de l'atmosphère confinée, l'intensité des oxydations commence à baisser. Il y a donc une *valeur liminaire* pour la pression du gaz carbonique *au-dessus* de laquelle les oxydations sont affectées par ce gaz, de même que dans le confinement avec absorption du gaz carbonique par la potasse il y a pour l'oxygène une pression liminaire *au-dessous* de laquelle les oxydations diminuent d'intensité.

Il a été démontré que, pour les Mammifères, la valeur de la pression liminaire de l'oxygène dépend de la température ambiante : elle est d'autant plus élevée que la température extérieure est plus basse, à partir de la neutralité thermique du sujet étudié. Autrement dit, l'organisme est plus sensible, quant à l'action de la dépression atmosphérique sur ses oxydations, au froid qu'au chaud.

Nous avons étudié à ce même point de vue la pression liminaire du gaz carbonique. En milieu suroxygéné on constate pour l'hypercarbonie progressive le même fait que pour l'hypoxie : l'intensité des oxydations commence à être affectée pour une moindre hypercarbonie aux températures inférieures à la neutralité qu'à celle-ci. En somme, la température ambiante agit dans le même sens sur l'apparition des premiers troubles respiratoires, qu'il s'agisse d'hypoxie ou d'hypercapnie. Dans nos expériences avec le Rat blanc, à la température de 15° la consommation d'oxygène commence à fléchir lorsque la concentration en gaz carbonique de l'atmosphère suroxygénée atteint environ 12 %, tandis qu'à la température ambiante de 34° la concentration liminaire est d'environ 35 %.

Lorsque la concentration du gaz carbonique continue à augmenter progressivement au delà de sa valeur liminaire, la mort survient pour une certaine concentration de ce gaz qui a atteint sa *tension léthale*. Nous avons constaté que la valeur de la pression léthale du gaz carbonique dépend, comme celle de la pression liminaire, de la température ambiante. Dans nos expériences avec le Rat, lorsque le confinement en atmosphère suroxygénée a lieu à une température voisine de la neutralité thermique, 32-34°, au moment de la mort, la teneur de l'atmosphère en gaz carbonique est en moyenne de 50 % avec une tension partielle de 300 mm, tandis qu'aux températures de 10 à 15° elle n'est que de 25 % en moyenne, avec une tension partielle de 165 mm et plus faible encore à des températures plus basses. Par conséquent, la toxicité du gaz carbonique au point de vue de l'apparition des premiers troubles des oxydations aussi bien qu'à celui de la dose mortelle, augmente avec la baisse de la température ambiante.

Cette influence de la température ambiante sur la toxicité du gaz carbonique doit être attribuée à l'hypothermie, qui apparaît d'autant plus profonde au cours du confinement que la température ambiante est plus basse. En effet, en exposant comparativement des rats à température normale, d'une part, et des rats préalablement plus ou moins refroidis,

d'autre part, à l'action du gaz carbonique en milieu suroxygéné, l'on constate une moindre résistance de ces derniers.

On retrouve chez les poïkilothermes ce fait de l'influence de la température corporelle sur la toxicité du gaz carbonique. Confinée dans une atmosphère suroxygénée, à la température de 28-29°, la Grenouille meurt lorsque la concentration en gaz carbonique atteint environ 40 %, tandis qu'à 10-15° la teneur léthale en gaz carbonique n'est que de 25-30 %.

En résumé, avec l'abaissement de la température ambiante le Rat devient plus sensible aux premiers effets de l'hypoxie aussi bien qu'à ceux de l'hypercarbonie. Lorsque ces facteurs ont dépassé leurs valeurs limites, l'hypothermie apparaît si elle n'est pas exclue par une température ambiante suffisamment élevée. Or, l'hypothermie augmente la toxicité léthale du gaz carbonique, tandis qu'elle augmente, comme il est connu, la résistance au manque d'oxygène.

Il s'agit dans ce qui précède d'asphyxie aiguë par confinement, menant à la mort dans l'espace de 1 à 2 h, se faisant à la même allure, dans des expériences comparatives, par le choix de la capacité des vases de confinement.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Étude comparée de l'azote total et de l'azote non protéinique chez le phasme* *Dixippus morosus* *après ablation des corpora allata*.
Note de M^{lle} COLETTE L'HÉLIAS, présentée par M. Paul Portier.

Après ablation des *corpora allata* la concentration en azote total ne présente pas de changements notables. Par contre, il y a une augmentation très nette des acides aminés, ce qui confirmerait l'hypothèse que la synthèse des protéines est en partie inhibée et les acides aminés, détournés de leur rôle, s'accumuleraient ou seraient transformés en glycogène.

Dans la Note précédente ⁽¹⁾, il a été signalé que parallèlement aux modifications physiologiques, l'ablation des *corpora allata* entraînait des changements dans le métabolisme des sucres se traduisant par une augmentation importante dans les tissus et une diminution dans le sang.

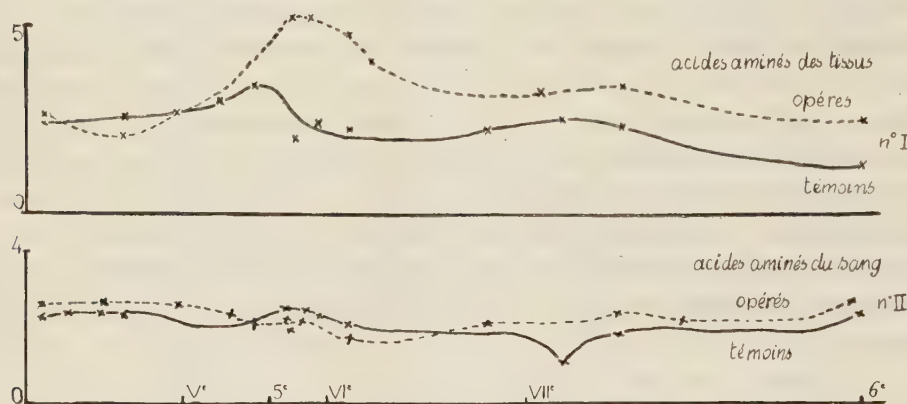
Par contre, l'étude de l'azote total (dosé par l'ultramicrométhode de Conway) ne montre pas de changements notables. Dans les tissus, il n'y a pas de grandes variations. Les deux courbes ne se détachent pas l'une de l'autre. Cependant, au moment où le témoin arrive à l'état adulte, les quantités d'azote augmentent brusquement alors que chez les opérés, le maximum correspondant au stade « adultoïde » est atteint beaucoup plus lentement.

Dans le sang, les courbes décrites sont semblables mais celles des opérés

(¹) *Comptes rendus*, 23, 1953, p. 2164.

sont plus décalées. La teneur en azote s'abaisse régulièrement pendant le 5^e et le 6^e stades jusqu'à 0,21 % chez le témoin et jusqu'à 0,15 % durant le 5^e stade de l'allatectomisé. Ensuite le niveau augmente plus lentement chez ce dernier pour atteindre le maximum correspondant à la maturation des œufs et à la formation du vitellus.

En somme, la synthèse des matières azotées semble plus lente mais les quantités d'azote total ne sont guère changées.



En ordonnée : pourcentages convertis en valeurs angulaires. — En abscisse : mues des témoins (chiffres romains), des opérés (chiffres arabes).

Par contre, l'étude de l'azote non protéinique par la méthode colorimétrique de Folin-Florkin (coloration brune donnée par la naphtoquinone- β sulfonate de sodium en présence d'acides aminés en milieu alcalin) a déjà permis de constater des changements intéressants. Il apparaît, en effet, une très nette augmentation de cette fraction azotée par rapport aux témoins. Alors que les taux de ces acides diminuent graduellement jusqu'au début du 6^e stade de 0,35 à 0,13 % (taux exprimé en azote aminé), il remonte, au contraire pendant la même période jusqu'à 0,79 % chez les opérés. Il y a donc une augmentation de 0,50 %. Au moment où l'opéré atteint le stade « adultoïde », l'écart reste encore de 0,14 %. Les différences sont partout significatives (courbe n° 1).

Dans le sang de l'animal témoin, la quantité d'acides aminés est à peu près constante, mais chez l'opéré, elle augmente légèrement quelques jours après l'intervention, baisse au moment de la 5^e mue (taux d'azote aminé 0,08 %) puis se maintient ensuite jusqu'au stade « adultoïde » à un taux faiblement supérieur (courbe n° 2).

Il y a donc une augmentation nette des acides aminés dans les tissus alors qu'il y a peu de changements dans la concentration en azote total, ce qui confirmerait l'hypothèse que la synthèse des protéines est inhibée,

du moins en partie. Les acides aminés s'accumulent dans les tissus et une partie se transformerait en glycogène expliquant l'augmentation de la teneur en sucres.

BIOLOGIE. — *Thorax supplémentaire par morphallaxie chez l'Annélide Salmacina incrustans* (Clap.). Note de M. JEAN CRESP, présentée par M. Louis Fage.

Chez la Salmacine en période de bourgeonnement, une section peut déclencher, dans la zone de bourgeonnement présomptif, la formation, par morphallaxie de segments abdominaux, d'un thorax supplémentaire dépourvu de tête.

On sait que, chez les Sabelles, la régénération antérieure consécutive à une section transversale du corps comporte une épimorphose fournissant la tête, le segment prothoracique et le premier segment thoracique, puis une métamorphose (morphallaxie) de segments abdominaux en segments thoraciques par inversion des parapodes, complétant la restitution des parties amputées. Cette morphallaxie progresse d'avant en arrière. Elle ne débute qu'après la différenciation du régénérat céphalique et les auteurs, notamment Berrill ⁽¹⁾, ont admis que le phénomène était sous la dépendance du régénérat, exerçant une sorte d'induction sur les parties postérieures.

Chez le Serpulide *Salmacina incrustans*, la restitution de parties amputées par une section transversale se fait selon le même procédé, le nombre final de segments thoraciques restitués étant en général supérieur au nombre normal ⁽²⁾. *Salmacina incrustans* présente en outre, avec une fréquence élevée en été, des phénomènes de multiplication asexuée par bourgeonnement. La zone de bourgeonnement se localise entre le 3^e et le 10^e segment abdominal et donne naissance au bourgeon en procédant, comme dans la régénération antérieure, en partie par épimorphose (tête, segment prothoracique, premier segment thoracique), en partie par morphallaxie suivant de près l'épimorphose et portant sur 8 à 10 segments en moyenne. L'étude des modalités de la régénération antérieure m'a montré que, même en dehors de la période de bourgeonnement actif, la zone de bourgeonnement présente des propriétés morphogénétiques comparables à celles de la région antérieure du thorax ⁽²⁾.

En pratiquant, durant la période de bourgeonnement actif, mais sur des individus ne présentant encore aucun indice de bourgeonnement abdominal, des sections transversales dans la région thoracique, j'ai observé, selon les individus, deux types de résultats :

⁽¹⁾ J. Exp. Zool., 1931, p. 58.

⁽²⁾ J. CRESP, C. R. Soc. Biol., séance du 20 février 1953.

1° Dans la majorité des cas, les processus de régénération et de morphallaxie régénératrice se poursuivent jusqu'à leur achèvement avant toute manifestation de bourgeonnement. Dans ces cas, la régénération paraît seulement avoir légèrement retardé le début du bourgeonnement, qui s'accomplit selon les processus normaux.

2° Sur le tiers environ des individus en expérience, j'ai constaté que, bien avant l'achèvement des processus de régénération et de morphallaxie régénératrice, un certain nombre de segments abdominaux consécutifs, dont les plus antérieurs correspondent à la zone de bourgeonnement présomptif, se transforment en segments thoraciques par morphallaxie. Ce phénomène peut présenter diverses modalités :

a. Dans quelques cas, la morphallaxie régénératrice s'étend jusqu'à la zone de bourgeonnement, mais la transformation dépasse cette zone et intéresse finalement une vingtaine de segments abdominaux consécutifs avec une différenciation plus avancée au niveau de la zone de bourgeonnement.

b. Dans un deuxième type de formations, le thorax supplémentaire est nettement séparé du thorax ancien et constitué, au maximum, par une dizaine de segments avec une membrane thoracique normalement développée. Ces segments thoraciques supplémentaires sont précédés par des segments abdominaux non transformés, sans aucune indication de région céphalique.

c. Dans une troisième catégorie d'individus sectionnés, les phénomènes du bourgeonnement normal s'esquissent par une différenciation, d'ailleurs incomplète, de la première paire de bourgeons branchiaux, puis ces organes céphaliques entrent en régression, tandis qu'une région thoracique supplémentaire, semblable à celle du cas précédent, se différencie immédiatement en arrière par morphallaxie.

La différenciation de tous ces segments thoraciques supplémentaires n'est jamais complétée par l'apparition, devant eux, d'une région céphalique et ne peut, par conséquent, entraîner une scission du corps. Il s'agit cependant, sans aucun doute, d'une manifestation des propriétés particulières de la zone de bourgeonnement : ces thorax supplémentaires peuvent être envisagés, en quelque sorte, comme des bourgeons incomplets incapables d'achever leur développement. Je n'ai jamais observé, en effet, de formations de ce genre en dehors de la période de bourgeonnement actif.

J'ai observé, exceptionnellement, un thorax supplémentaire chez un individu n'ayant subi aucune amputation. Mais ces formations ne sont fréquentes que chez les individus sectionnés et il est clair que la section et la régénération consécutive jouent un rôle dans leur apparition. La régénération tendrait à inhiber l'acquisition par la zone de bourgeonnement de

propriétés morphogénétiques antérieures, provoquant ainsi l'avortement du bourgeon normal et son remplacement par un thorax supplémentaire.

En tout cas, l'existence des thorax supplémentaires sans tête montre qu'en contradiction avec la conception classique, la morphallaxie de segments abdominaux en segments thoraciques n'est pas commandée par la région céphalique. Dans la zone de bourgeonnement, l'édification d'une région céphalique par épimorphose et la formation d'un thorax par morphallaxie apparaissent même comme des processus qui s'excluent mutuellement au début de la morphogénèse. Les deux phénomènes se présentent comme des effets indépendants d'une même cause, qui serait l'acquisition par les tissus de la zone de bourgeonnement présomptif de propriétés métaboliques et morphogénétiques comparables à celles des régions antérieures.

BIOLOGIE. — *Sur le cycle évolutif d'un Coléoptère troglobie* *Speonomus longicornis* Saulcy. Note de M^{lle} SYLVIE GLAÇON, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Le cycle évolutif des Coléoptères cavernicoles est pratiquement inconnu. Nous venons d'élucider celui de *Speonomus longicornis* Saulcy qui présente des particularités non encore observées jusqu'ici chez les Coléoptères à vie épigée. Nous avons établi ce cycle à l'aide d'élevages effectués au laboratoire.

Conditions d'élevage. — Les imagos récoltés dans la nature sont placés en nid Janet ⁽¹⁾ maintenus à une température de 10°C, en atmosphère saturée de vapeur d'eau; ils sont nourris de jeunes Grillons. Dans ces conditions, ils paraissent vivre tout à fait normalement et nous avons pu en conserver ainsi pendant deux ans, bien que généralement leur survie ne soit que d'une année.

Accouplement et ponte. — Les copulations, assez fréquentes, se produisent à intervalles irréguliers et durent de 10 à 30 mn. La femelle dépose ses œufs au hasard à la surface du sol ou dans les fentes de celui-ci. D'après nos observations, la ponte s'effectue à n'importe quel moment de l'année et à plusieurs reprises. Chaque femelle pond un œuf unique tous les 40 à 50 jours en moyenne, l'intervalle entre deux pontes pouvant varier de 20 à 100 jours. Les dissections d'ovaire corroborent ces faits. Nous avons observé tout à fait exceptionnellement et à deux reprises la ponte simultanée de deux œufs; le deuxième, étroitement accolé au premier et n'atteignant pas la moitié du volume normal, ne s'est pas développé.

(1) S. GLAÇON et G. LE MASNE, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1027.

L'œuf normal est un ovoïde un peu déprimé à une extrémité, mesurant de 1 à 1,5 mm sur 0,5 à 1 mm.

Développement embryonnaire. — 60 à 70 % des œufs ont un développement embryonnaire normal qui dure 60 jours en moyenne (minimum 40 jours, maximum 80 jours). Il arrive fréquemment que les œufs jeunes soient dévorés par les imagos.

Sous le chorion transparent, on observe la fin du développement embryonnaire et en particulier l'apparition des mandibules qui précède d'une dizaine de jours l'éclosion de la larve. Celle-ci dure quelques heures; la larve s'échappe par une déchirure de l'enveloppe.

Vie larvaire. — La larve, très riche en matières de réserves, est bien mobile dès sa naissance mais son activité dure peu (de quelques heures à quelques jours). Invariablement, au bout de ce laps de temps, la larve se construit une logette; à l'aide de ses mandibules, elle prélève aux morceaux de calcaire placés dans le nid des particules qu'elle assemble ensuite en assises successives pour en faire une logette, de forme sphérique, placée à même le plâtre du nid Janet, soit sur le fond, soit contre les parois. Cette construction, assez rapide, peut s'effectuer en moins d'une journée. Nous avons constaté que, dans certains cas, les larves d'un même nid, avaient tendance à établir leur logette à côté les unes des autres.

En ce qui concerne la construction de la logette, la larve paraît douée d'un pouvoir de régulation assez étendu. Si l'on ouvre sa logette, elle peut, au moins pendant les trois premiers mois, l'abandonner et en construire une autre. Généralement et ce durant toute la vie larvaire, elle se contente de la reboucher, même si l'effraction est répétée.

A l'intérieur de la logette, la larve reste mobile jusqu'à la nymphose. Nous n'avons jamais observé d'emménagement de nourriture à l'intérieur de la logette, pas plus d'ailleurs que de prise de nourriture *avant* la construction de la logette. Il semble bien que la larve ne s'alimente pas par voie buccale; elle n'absorbe même pas d'eau car une imprégnation générale du calcaire par le bleu de méthylène n'a fait apparaître aucune coloration ni du tube digestif, ni des téguments.

Jusqu'à la nymphose, nous n'avons observé aucune mue et n'avons trouvé aucune exuvie dans la logette où la larve semble être en diapause.

La mortalité est assez forte pendant les trente premiers jours qui suivent l'éclosion, ce qui est peut-être dû aux conditions d'élevage. Par la suite, on note, à la fin du quatrième mois, une deuxième élévation de la mortalité, qui paraît être en rapport avec la nymphose.

La nymphe. — La larve de *Speonomus longicornis*, dont nous avons donné ailleurs ⁽²⁾ une description détaillée, présente des caractères morpholo-

(²) S. GLAÇON, in *Notes biospéologiques* (à paraître en juillet 1953).

giques qui l'éloignent des formes généralement décrites (lesquelles pensions-nous devaient correspondre à des larves secondes). Or nous venons de constater dans nos élevages la transformation d'une larve âgée de presque cinq mois en une nymphe libre, parfaitement constituée, possédant des ptérothèques, et qui indubitablement représente le stade ultime de l'évolution vers l'imago. En l'espace de 48 h, la nymphe est apparue et nous avons retrouvé l'exuvie larvaire rejetée dans la logette.

Là se bornent actuellement nos observations sur le cycle évolutif du Coléoptère cavernicole *Speonomus longicornis*, cycle d'un type très exceptionnel présentant les particularités suivantes :

- 1° Absence de périodicité dans la reproduction;
- 2° Lente élaboration d'un seul œuf à la fois; cet œuf, très gros, occupe presque toute la cavité abdominale de la femelle;
- 3° Larve bourrée de réserves, entrant en diapause dès l'éclosion dans une logette construite par elle-même. Aucune mue ni aucune prise de nourriture n'ont pu être mises en évidence avant la nymphose;
- 4° Transformation de la larve directement en nymphe.

Nous nous garderons d'affirmer que ce cycle soit identique à celui que suit l'Insecte dans son habitat naturel; tel que nous l'observons, étant donnés ses caractères extraordinaires, on est en droit de se demander s'il est bien normal. Nous pouvons affirmer que, dans nos élevages, il se déroule tel que nous le décrivons ci-dessus.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Conditions de la stolonisation épigame provoquée chez Syllis prolifera Krohn*. Note de M. MARCEL ABELOOS, présentée par M. Maurice Caullery.

La stolonisation épigame et la maturité sexuelle anticipées provoquées par ablation de la région de la trompe chez *Syllis prolifera* ne peuvent être obtenues que chez des individus possédant plus de 35 sétigères et dans des fragments comprenant plus de 5 sétigères.

Dans tout tronçon de *Syllis prolifera* privé de la région de la trompe, on observe, en deux ou trois semaines, la transformation d'un certain nombre de segments postérieurs en un stolon épigame contenant des produits sexuels ⁽¹⁾. La région de la trompe paraît donc exercer, chez les individus non adultes, une influence inhibitrice de la stolonisation épigame.

Les divers segments du corps montrent une sensibilité décroissante en

(¹) M. ABELOOS, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1899 et *C. R. Soc. Biol.*, 145, 1951, p. 1569.

direction antéro-postérieure aux conditions créées par l'ablation de la trompe, conditions qui provoquent : 1° une subdivision du tronçon en deux régions, à la limite desquelles se constitue une zone morphogénétique comparable à une zone de bourgeonnement; 2° dans la région postérieure, la différenciation des gonocytes et 3° une transformation « épigame » des sétigères, qui acquièrent leurs caractères imaginaires.

1. *Taille des fragments.* — Cette stolonisation provoquée par décapitation ne peut être obtenue que dans des tronçons comprenant plus de cinq sétigères. Dans des fragments plus courts, non seulement il n'apparaît pas de tête stoloniale, mais les produits sexuels ne se développent pas, même si le fragment est prélevé sur un individu en stolonisation spontanée.

Cependant, de tels fragments régénèrent activement à leurs deux extrémités, produisant une tête suivie de deux sétigères et une queue comprenant des segments relativement plus nombreux que dans un fragment long. L'absence de stolonisation ne peut donc être attribuée à un défaut de cellules mésodermiques actives. On ne peut invoquer non plus une insuffisance de matériaux de réserve : la stolonisation peut, en effet, être déclenchée chez des individus soumis à un jeûne préalable d'un mois.

L'absence de stolonisation dans les fragments courts résulte peut-être d'une impossibilité de constitution de la zone morphogénétique de bourgeonnement. Le voisinage d'un blastème de régénération exerce sur la blastogenèse une influence inhibitrice : chez les Oligochètes à bourgeonnement stolonial, notamment, une section suivie de régénération peut provoquer la régression d'une zone de bourgeonnement déjà ébauchée. Une influence semblable pourrait s'exercer dans les tronçons courts de *Syllis* et empêcher leur stolonisation. Si cette interprétation est exacte, il faut admettre que, dans la stolonisation spontanée ou provoquée, le processus primordial est la subdivision de l'individualité, probablement liée elle-même à une altération du métabolisme dans le système mésodermique qui assure son intégration.

2. *Age de l'individu.* — La croissance de l'Annélide est due à la prolifération de nouveaux segments en même temps qu'à l'allongement des segments déjà formés; mais la part relative du premier de ces processus se restreint avec l'âge : si un ver de 3 mm compte environ 30 sétigères, à une longueur de 6 mm ne correspondent que 40 sétigères et, à 10 mm, 60 sétigères.

En sectionnant des *Syllis* d'âges variés, je n'ai observé, chez des individus comptant moins de 35 sétigères, aucun indice de stolonisation après plus d'un mois de survie. Au-dessus de cette taille, par contre, l'effet de la décapitation est toujours net. Le rapport du nombre des segments stolonisés au nombre total de segments est aussi élevé chez un individu

de 40 sétigères que chez un adulte et la durée de la transformation est sensiblement la même.

Si la transformation épigame et la maturité sexuelle sont conditionnées par la suppression d'un facteur humoral « *juvénilisant* », d'origine céphalique, comparable à l'hormone des *corpora allata* des insectes, on voit que le phénomène exige en outre l'acquisition par les tissus de certaines propriétés qui les rendent aptes à réagir aux conditions humorales.

L'âge absolu des tissus ne semble pas être en cause dans cette aptitude puisque, dans un tronçon en stolonisation provoquée, les petits segments nouvellement régénérés à l'extrémité postérieure du tronçon se stolonisent directement.

Ces propriétés réceptrices semblent plutôt liées à la taille globale de l'individu. Elles seraient comparables à celles qui, chez d'autres Annélides, déterminent, à un stade défini de la croissance, la possibilité de la multiplication asexuée par scissiparité ou bourgeonnement et concerneraient le système autorégulateur mésodermique qui maintient l'individualité.

Quoi qu'il en soit, ces conditions générales de la stolonisation ne se trouvent réalisées, chez *Syllis*, qu'à une époque du développement où le facteur inhibiteur d'origine céphalique est déjà présent.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La croissance linéaire et les phases du développement post-embryonnaire chez le Phasme femelle (Clonopsis gallica Charp.).*

Note de M. ANDRÉ VOY, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

La croissance linéaire des segments, des pattes et de leurs articles permet de distinguer deux phases dans le développement post-embryonnaire de *Clonopsis gallica* : une phase « larvaire » s'étendant sur les trois premiers stades, une phase « pré-imaginale » comportant le dernier stade. Le tracé des indices de croissance le long des articles successifs fournit des « gradients » comparables pour les trois pattes.

Des femelles parthénogénétiques de *Clonopsis gallica* Charp., issues d'une souche unique, ont été élevées depuis trois ans au Laboratoire dans des conditions bien définies de température, d'humidité et de nourriture. Les éclosions des œufs pondus ne se sont produites qu'à la suite de la rupture de la diapause embryonnaire déclenchée soit par le froid, soit par la chaleur ⁽¹⁾. Le développement post-embryonnaire comporte cinq mues (y compris la mue imaginale) délimitant quatre stades larvaires successifs, non compris l'imago. J'ai mesuré, à ces divers âges, pour chaque individu, les longueurs du corps, de la tête, du diamètre antéro-postérieur

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1138.

de l'œil, des trois segments thoraciques, de l'abdomen, du 10^e tergite, de la plaque sous-génitale et de tous les articles des pattes d'une part, la largeur de la tête entre les deux yeux et les largeurs maxima et minima délimitant l'échancrure du fémur antérieur d'autre part.

La dimension type, prise pour chaque stade, correspond à la moyenne arithmétique calculée sur une vingtaine d'individus.

PHASES DE LA CROISSANCE. — Les longueurs respectives de ces diverses dimensions forment approximativement des progressions géométriques régulières pour l'ensemble des trois premiers âges larvaires chez la femelle de *Clonopsis gallica* Charp. Comme chez *Blatta orientalis* L. ⁽²⁾ et *Carausius morosus* Br. ⁽³⁾, les dimensions déterminées pour l'imago sont inférieures à celles données par la progression géométrique valable pour les trois premiers stades larvaires. La dernière mue (imaginale) correspond donc, comme chez ces deux derniers insectes femelles, à une phase à taux de croissance moins élevé, distincte de la phase « larvaire » proprement dite et probablement en relation avec la puberté. A la 2^e phase de croissance, appelée phase « pré-imaginale », comme chez les femelles de la Blatte orientale et du Phasme indien, ne correspond donc qu'un seul âge ou stade.

GRADIENT DE CROISSANCE ANTÉRO-POSTÉRIEUR. — Pour chaque dimension type, la raison de la progression géométrique larvaire constitue un indice de croissance relative. Leur répartition topographique le long des différents segments du corps permet de tracer un « gradient » de croissance; il présente un maximum dans le mésothorax, un 1^{er} minimum dans l'abdomen et un 2^e dans la tête, aussi bien dans la 1^{re} que dans la 2^e phase, plus accentués dans la première.

PROFILS DE CROISSANCE. — *a. Phase « larvaire ».* — Le tracé des indices le long des articles successifs d'une même patte, indique aussi son « gradient » ou profil de croissance. Pendant la phase « larvaire », il montre une allure analogue dans les trois pattes et comporte un 1^{er} minimum dans le trochanter, un 2^e dans le 5^e article du tarse, un maximum dans le tibia pour les pattes antérieure et postérieure, dans le fémur pour la patte moyenne; les autres articles présentant des valeurs intermédiaires régulièrement décroissantes du 1^{er} au 5^e article dans les trois tarsi.

b. Phase « pré-imaginale ». — Au cours de la croissance pré-imaginale, les profils des trois pattes demeurent encore comparables dans les quatre premiers articles, avec un minimum dans le trochanter et le 5^e article du tarse, un maximum dans le fémur pour les trois pattes. Les différences

⁽²⁾ *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 207.

⁽³⁾ *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 251.

régionales dans l'indice de croissance moins accentuées qu'au cours de la phase « larvaire » (comme chez *Blatta orientalis* L. et *Carausius morosus* Br.) indiquent une relation avec la régénération initiale devenue nulle d'une part et la croissance régénératrice moindre d'autre part ⁽⁴⁾.

La décroissance régulière dans la région terminale des tarses expliquerait aussi la disparition du 3^e article dans les pattes régénérées atypiques à tarse tétramère.

Les profils de croissance, comparables, chez ces trois insectes, montrent cependant des différences « spécifiques » entre eux, aussi bien dans la première que dans la seconde phase.

CROISSANCE ALLOMÉTRIQUE. — Comme chez *Carausius*, j'ai étudié la croissance linéaire de la patte par rapport au *notum* correspondant. La patte antérieure se distingue aussi, par une allométrie nettement majorante, des pattes moyenne et postérieure à allométrie minorante.

L'allométrie des largeurs maxima et minima du fémur antérieur par rapport au prothorax décèle la variation de forme de son échancrure caractéristique au cours du développement post-embryonnaire. Cette croissance est définie par deux lois successives; le passage de la première à la seconde correspond justement à la mue pré-imaginale.

L'allométrie des largeurs maxima et minima de ce fémur, celle de la largeur de la tête par rapport à la longueur de celui-ci d'une part, celle des deux diamètres de l'œil par rapport à la longueur de la tête d'autre part, présentent ce même changement à la mue pré-imaginale.

Tous ces résultats, chez ces deux Phasmes, montrent des analogies frappantes, « familiales », dont la comparaison avec ceux trouvés pour les Blattes orientale et américaine, ne peut manquer de leur conférer un caractère de généralité valable pour tous les Insectes hétérométaboles.

BIOLOGIE MARINE. — *Observations sur la biologie de Pinctada margaritifera* (L.) (*Huître perlière*) dans les îles Tuamotu. Note de M. GILBERT RANSON, présentée par M. Louis Fage.

Durant mon séjour, de mai à octobre 1952, dans les îles Tuamotu, en particulier à Hikueru et Takume, la température de l'air était de 28-30° (jour), celle de l'eau de 26-28°; tandis que d'octobre à mai, c'est l'été avec des températures maxima de 30-33° (jour) pour l'air, en janvier et en février, d'après les renseignements communiqués par le service météorologique de l'île d'Hikueru.

J'ai examiné au microscope l'état des glandes génitales de milliers

⁽⁴⁾ *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 85, 1951, p. 237 et 86, 1952, p. 449.

d'Huîtres perlières, *Pinctada margaritifera* (Linné) ainsi que celui d'autres organismes marins : Cœlentérés (Coraux), Mollusques, Echinodermes, Crustacés, Poissons. J'ai fait de nombreuses pêches planctoniques. Dans le lagon d'Hikueru, j'ai pu noter pour les Huîtres perlières qu'en certains endroits il y a plus de mâles que de femelles; en d'autres c'est l'inverse et enfin ailleurs il y a égalité. Les causes de ces différences n'ont pas été établies. C'est un problème très complexe.

Pendant cette période hivernale, les glandes génitales de *Pinctada margaritifera* ne sont pas fonctionnelles. Elles sont alors presque entièrement vides de produits génitaux. Ce qu'il en reste est dégénéré. Les œufs, déformés, ont leur noyau décentré; leur protoplasme est formé d'amas granuleux anormaux. Je désigne ces produits dégénérés sous le nom de « restes de la saison de reproduction ». Le même phénomène a lieu chez les Ostréidés où je l'ai bien observé dans la région de Marennes en France.

Toutefois dans les Tuamotu, quelques-uns (très rares certes) de ces « restes » sont rejetés dans l'eau et des œufs sont fécondés. En effet, j'ai trouvé quelques larves dans le plancton. Le bateau traînait le filet pendant 15 mn ce qui représente un volume d'eau, filtré, considérable. Dans le plancton, récolté pendant ces six mois de l'année, il n'y a pour ainsi dire pas de larves de Mollusques, ni de Crustacés, ni de Poissons; sa masse essentielle étant constituée de Chætognathes, d'Appendiculaires et de Copépodes ou Ostracodes (à Takaroa). D'ailleurs les Coraux, les Echinodermes, les Mollusques lamellibranches ou gastéropodes du lagon et de l'extérieur n'étaient pas en état de reproduction et sur des collecteurs déposés dans le lagon d'Hikueru à divers moments, au cours de cette période, on n'a pas observé de fixation d'organismes.

C'est en octobre seulement que l'on assista à la remontée spectaculaire de certains Poissons dans les lagons, par les « passes ». Leurs glandes génitales étaient proches de la maturité et celles des Mollusques commençaient à être fonctionnelles. La température de l'eau avait augmenté de 2° par rapport à juillet. Il est possible d'ailleurs que des facteurs autres que la température, interviennent dans ce phénomène.

C'est en décembre, janvier et février qu'a lieu la reproduction des Huîtres perlières. Peut-être en est-il de même pour les autres organismes marins de la zone néritique de ces régions. J'ai fait déposer dans le lagon d'Hikueru, en novembre 1952, des milliers de collecteurs. A la fin de février 1953 des quantités considérables de jeunes Huîtres y étaient fixées; on m'en a envoyé des échantillons. Ils avaient deux et trois mois. C'est là une expérience démonstrative.

De décembre à avril il doit y avoir plusieurs émissions de produits génitaux, comme on le constate chez les Ostréidés, mais on ne peut dire

que *Pinctada margaritifera*, dans les Tuamotu, présente deux périodes de reproduction au cours d'une même année.

Ces observations ne concordent pas avec celles de Grand ⁽¹⁾ et de Seurat ⁽²⁾, probablement faites avec des moyens trop modestes. Hervé ⁽³⁾ s'approche de la réalité en disant : « dans les Tuamotu les pintadines pondent toute l'année, mais le maximum de la ponte a lieu pendant la période d'octobre à février ». C'est cependant une erreur de croire que dans les régions équatoriales les organismes marins se reproduisent toute l'année.

Dans le lagon de l'île Takapoto, l'Huître perlière n'atteint jamais plus de 8-10 cm de large, alors qu'ailleurs elle atteint facilement 15-20-25 cm. Les valves de sa coquille ne sont jamais très épaisses. Ce n'est pas un état pathologique, car elle paraît très vivace : sa coquille croît normalement, sans irrégularités, sans épaississements. La température de l'eau est la même que dans les autres lagons, mais sa salinité est beaucoup plus élevée : 1030 au lieu de 1025. Le lagon de Takapoto a très peu de communications avec la haute mer, l'évaporation est grande. Les plongeurs souffrent de cet excès de salinité, au sortir de l'eau. J'ai fait des prises de plancton en diverses zones du lagon et j'ai constaté sa pauvreté extraordinaire par rapport aux autres lagons, pourtant peu riches à l'époque de l'année où mes observations ont été faites. Salinité élevée, plancton pauvre, telles sont les causes principales des caractères particuliers des Huîtres perlières de Takapoto, et spécialement de leur nanisme.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Remarques au sujet de la tréhalase.*

Note de M. MARCEL FRÈREJACQUE, présentée par M. Roger Heim.

Le tréhalose, diholoside non réducteur formé par l'union de deux molécules d' α -D glucose, est un glucide que l'on trouve surtout chez les champignons, les algues et quelques bacilles (bacille tuberculeux, bacille de la lèpre).

Difficilement hydrolysé par les acides, ce glucide est scindé par un enzyme, la tréhalase, existant chez les champignons, dans le sérum de certains poissons et crustacés, et chez les insectes. On a signalé également que l'intestin grêle du lapin et celui du cheval sont capables d'hydrolyser le tréhalose, alors que celui de la brebis serait sans action sur ce diholoside. Enfin on a montré indirectement la présence d'une tréhalase chez le Rat,

(1) *Revue maritime et coloniale*, 125, 1895, p. 576.

(2) *L'Huître perlière. Nacre et perles*, Paris, 1901, p. 34.

(3) *L'Huître perlière et la perle dans les lagons de l'Archipel des Tuamotu*, 1936, p. 92.

qui voit le glycogène de son foie augmenter après administration de tréhalose ⁽¹⁾.

Nous avons recherché la tréhalase dans les sucs digestifs *purs* d'animaux supérieurs : les salives du chien, le suc gastrique du porc, le suc pancréatique et la bile du chien se sont révélés incapables d'hydrolyser le tréhalose. N'ayant pu nous procurer du suc intestinal *pur*, nous avons recherché la tréhalase dans une poudre ⁽²⁾ de muqueuse intestinale de porc (jejunum et iléon). Cette poudre s'est révélée être une source remarquable de tréhalase.

0,5 g de poudre ont scindé en 14 h à 37°, un tiers du substrat (0,5 g de tréhalose dans 50 cm³ de solution tamponnée à pH 6 avec des phtalates alcalins).

Nous avons également recherché la tréhalase dans des poudres de foies (bœuf, porc et mouton) et de pancréas (porc). Seules, les poudres de foie de bœuf contiennent de la tréhalase.

A 37°, 0,5 g de poudre de foie de bœuf ont scindé en 7 h, un tiers du substrat (0,5 g de tréhalose dans 50 cm³ de solution tamponnée à pH 6).

Il est curieux que les foies de mouton et de porc ne renferment pas trace de tréhalase.

Signalons également que la poudre de foie de bœuf est également une bonne source de β -glucosidase : elle scinde par exemple la salicine avec la plus grande facilité. Par contre, aucun des foies examinés n'est capable d'hydrolyser le saccharose.

On sait que le suc gastrointestinal d'escargot est une source d'enzymes variés. Nous avons eu la curiosité de rechercher s'il contenait une tréhalase : nous avons utilisé pour cela, soit du suc fraîchement recueilli, soit du suc lyophilysé, qui a l'avantage de se conserver parfaitement et d'être plus commode pour les essais comparatifs : nous avons mis facilement en évidence dans ce matériel l'existence d'une tréhalase très puissante ⁽³⁾. Ce suc, la poudre de foie de bœuf et celle d'intestin de porc pourraient servir de matières premières commodas pour l'obtention de tréhalase purifiée.

H. Willstaedt et M. Borggard ⁽⁴⁾ ont montré que le pH optimum d'activité de la tréhalase de *Lactarius torminosus* Fr. ex Schaeff, était voisin de 4;

⁽¹⁾ Cf. K. MYRBÄCK, *Ergebnis Enzymforschung*, 1949, p. 168.

⁽²⁾ Cette poudre d'organes, ainsi que celles dont il est question plus loin, est préparée à partir d'organes d'animaux, aussitôt après l'abatage, et dans des conditions ne détruisant pas les enzymes.

⁽³⁾ Signalons également que, contrairement aux données antérieures (BARTHET et BIERRY, *C. R. Soc. Biol.*, 64, 1908, p. 651), nous avons observé que le suc digestif d'escargot hydrolyse *totale*ment le gentianose, ainsi d'ailleurs que le raffinose et le mélézitose.

⁽⁴⁾ *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi*, 23 B, 1946, p. 1.

nous avons retrouvé la même valeur pour la tréhalase d'un autre champignon : *Russula sardonia* Fr. Par contre, pour la tréhalase du foie de bœuf, pour celle de l'intestin grêle de mouton comme pour celle du suc digestif d'escargot le pH optimum est voisin de 6. Cette différence d'optimum, facile à mettre en évidence expérimentalement, ne peut s'interpréter qu'en admettant l'existence de deux tréhalases différentes : une tréhalase des végétaux et une tréhalase animale.

La tréhalase est considérée comme une α -glucosidase, peut-être différente de la maltase. Or, nous avons observé que si seule la poudre de foie de bœuf hydrolyse le tréhalose, les foies de bœuf, de mouton et de porc hydrolysent le maltose avec une grande facilité. Dans ces conditions, il faut considérer résolument les tréhalases comme des enzymes distincts de la maltase.

MICROBIOLOGIE. — *Subdivision de quelques types Vi fréquents de Salmonella typhi par des lysotypies auxiliaires.* Note de M. **PIERRE NICOLLE**, M^{mes} **MARIE PAVLATOU** et **GISÈLE DIVERNEAU**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

La trop grande fréquence de quelques types *Vi* de *S. typhi* dans certaines régions limite souvent l'intérêt épidémiologique de la lysotypie. Les lysotypies auxiliaires au moyen de phages anti-O et anti-*Vi* qui sont proposées permettent de subdiviser le type A et le groupe I + IV en 9 sous-types chacun. Cette subdivision, bien qu'encore provisoire, semble répondre à la réalité épidémiologique.

La détermination des types du bacille typhique par les bactériophages *Vi* (lysotypie) présente un grand intérêt en épidémiologie, puisqu'elle permet d'affirmer ou d'exclure l'éventualité d'une filiation entre des cas groupés de fièvre typhoïde. Cependant, dans de nombreux pays, la distribution des types est très inégale : trop peu de types en présence ou prédominance marquée d'un ou de deux d'entre eux. Dans de tels cas, les résultats de la lysotypie risquent de n'avoir qu'une faible signification épidémiologique. Plusieurs améliorations ont été proposées : interprétation de l'action de certains phages *Vi* ⁽¹⁾, utilisation d'un phage anti-O ⁽²⁾, adjonction d'une méthode biochimique ⁽³⁾. Mais les avantages de ces améliorations paraissent assez limités.

Nous proposons d'ajouter à la lysotypie *Vi* classique plusieurs lysotypies auxiliaires au moyen de phages *Vi* ou non *Vi*. Sur 60 phages de provenances diverses que nous avons essayés au total, nous en avons retenu 7, tous non *Vi*,

(¹) J. M. DESRANLEAU et I. MARTIN, *Canad. J. Publ. Hlth.*, 41, 1950, p. 128.

(²) A. FELIX et E. S. ANDERSON, *J. Hyg.*, 49, 1951, p. 349.

(³) M. PAVLATOU et P. NICOLLE, *Ann. Inst. Past.*, 1953 (sous presse).

pour subdiviser le type A, et 10, parmi lesquels 3 au moins sont des phages *Vi*, pour subdiviser le groupe I + IV.

1° *Subdivision du type A.* — 309 souches de *S. typhi*, type A, provenant de nombreux pays, ont été réparties en 9 sous-types : Coquilhatville (9 souches), Tananarive (181 souches), Chamblee (31 souches), Welshpool (5 souches), Douala (52 souches), Oswestry (9 souches), Maracaïbo (17 souches), Léopoldville (4 souches), Nancy (1 souche).

La valeur épidémiologique de cette subdivision s'appuie sur les arguments suivants :

a. Origine géographique. — Trois cultures du type A isolées à la même époque à Coquilhatville et appartenant au biotype I sont du sous-type Coquilhatville. Toutes les cultures du type A de Madagascar (8) appartiennent au sous-type Tananarive; toutes les cultures du Cameroun (19), au sous-type Douala; toutes les cultures de la Martinique (5) et de l'A. O. F. (2), ainsi que la grande majorité des cultures du Venezuela (10 sur 13), sont du sous-type Maracaïbo. La majorité des souches isolées en Algérie (12) sont du sous-type Tananarive, les autres (3), du sous-type Chamblee. Toutes les souches de Tunisie sont du sous-type Tananarive (26), sauf 1 qui est du sous-type Oswestry. Sur 22 cultures du Vietnam, 21 sont du sous-type Tananarive, 1 du sous-type Oswestry.

b. Constance des sous-types dans les foyers et leur concordance avec les biotypes. — Toutes les cultures d'un même foyer appartenaient, sans exception, au même sous-type et au même type fermentatif (biotype) :

Sous-type Tananarive. — Foyer Butembo : 2 cultures sur 2 (biotype II); foyer Kouba : 4 cultures sur 4 (biotype I); foyer Tunis : 3 cultures sur 3 (biotype I); foyer Massa : 2 cultures sur 2 (biotype I); foyer Asmara : 4 cultures sur 4 (biotype I); foyer San Marino : 2 cultures sur 2 (biotype I); foyer Snasa (Norvège) : 4 cultures sur 4 (biotype I); 1^{er} foyer Connecticut : 2 cultures sur 2 (biotype I); 2^e foyer Connecticut : 2 cultures sur 2 (biotype I); 3^e foyer Connecticut : 3 cultures sur 3 (biotype I).

Sous-type Chamblee. — Foyer Chamblee : 2 cultures sur 2 (biotype I); foyer Alger : 3 cultures sur 3 (biotype I); 4^e foyer Connecticut : 7 cultures sur 7 (biotype I); 1^{er} foyer Leeds : 2 cultures sur 2 (biotype I); 2^e foyer Leeds : 2 cultures sur 2 (biotype I).

Sous-type Welshpool. — Foyer Welshpool : 3 cultures sur 3 (biotype I).

Sous-type Douala. — Foyer Katwa : 6 cultures sur 6 (biotype II); foyer Lansing : 3 cultures sur 3 (biotype I); 5^e foyer Connecticut : 2 cultures sur 2 (biotype I); 2^e foyer Chamblee : 5 cultures sur 5 (biotype II).

Sous-type Oswestry. — Foyer Oswestry : 7 cultures sur 7 (biotype I).

Sous-type Maracaïbo. — Foyer Maraciabo : 10 cultures sur 10 (biotype I).

Sous-type Léopoldville. — Foyer Léopoldville : 3 cultures sur 3 (biotype I).

2° *SUBDIVISION DU GROUPE I + IV.* — 145 cultures *Vi* positives non caractérisables par les phages de la lysotypie, mais sensibles au mélange des phages *Vi* I et IV de contrôle (groupe I + IV), sur 150, ont pu être réparties en 9 sous-types : Nice (57 souches), Danube (7 souches), Paris (2 souches), Vietnam (5 souches), Téhéran (3 souches), Autriche (21 souches), Saïgon (31 souches), Cochinchine (1 souche), Iran (18 souches), 5 souches n'ont pas pu être classées.

32 cultures, parmi celles que nous avons reçues du Vietnam, appartiennent au sous-type Saïgon (biotype I) qui ne contient pas une seule culture d'une autre provenance.

Les cultures d'un foyer de Nice, (7) sont du sous-type Nice, dans lequel se trouvent aussi toutes les cultures provenant de l'A. O. F. (4), du Cameroun (3) et la majorité des

cultures isolées au Congo Belge (5 sur 7). Toutes ces cultures sont du biotype I. Les 6^e et 7^e cultures du Congo Belge appartiennent au sous-type Autriche et au biotype II.

Les cultures isolées en France appartiennent au sous-type Nice (17, dont 16 du biotype I et 1 du biotype III) et au sous-type Paris (1 du biotype I).

Au contraire, 40 cultures provenant d'Europe Centrale ont été réparties entre le sous-type Nice (12, dont 10 du biotype I, et 2 du biotype II), le sous-type Danube (7 du biotype I), le sous-type Autriche (18 du biotype II) et le sous-type Iran (3 du biotype II).

A 16 h 20 m l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. le **PRÉSIDENT**, au nom de la Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place de Membre non résidant, vacante par le décès de M. *Jules Haag*, présente la liste suivante :

En première ligne..... M. **LOUIS NÉEL**, à Grenoble.

En deuxième ligne..... M. **MAURICE FRÉCHET**, à Charmes-sur-Rhône.

<i>En troisième ligne, ex-æquo et par ordre alphabétique</i>	{	MM. JEAN-LUCIEN ANDRIEUX , à Grenoble. ALEXANDRE DAUVILLIER , à Bagnères. RENÉ DE MALLEMANN , à Nancy. ALBERT VANDEL , à Toulouse.
--	---	---

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu en la prochaine séance.

La séance est levée à 17 h 20 m.

R. C.

ERRATA.

(Comptes rendus du 27 mai 1953.)

Note présentée le même jour, de M. *Raymond-Hamet*, Similitude des effets tenseurs des doses moyennes de N-éthyl-noradrénaline chez le Chien normal et des doses fortes d'adrénaline chez le Chien qui a été soumis à l'action d'un sympathicolytique majeur et pur :

Page 2120, 6^e ligne de la légende, au lieu de 4^e, 5^e et 7^e lignes, lire 4^e, 5^e et 6^e lignes.

» » 8^e ligne de la légende, au lieu de 8,55 cm², lire 8,55 mg.

» 2122, 11^e ligne, au lieu de qui, contrairement, lire contrairement.

» » 25^e ligne, au lieu de de 123 à 160, lire de 123 à 260.

